PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 3. | 1. November 1902. | 4. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 4 am 5. November 1902.

INHALT.

Originalmitteilungen:
W. Gaede, Über die Änderung der spezifischen Wärme der Metalle mit der Temperatur. S. 105.
F. Streintz, Das Leitvermögen von Bleiglanz und Silberglanz. S. 106.
Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Kasan: No. 4: D. A. Goldhammer, Über die Transformation eines pulsierenden Stromes in einen Wechselstrom. S. 108.
F. Harms, Über die Emanation des Phosphors. S. 111.
J. Elster und H. Geitel, Notiz über die photoelektrische Wirksamkeit der durch Becquerelstrahlen gefärbten Salze. S. 113.

Vorträge und Diskussionen von der 74. Naturforscherversammluug zu Karlsbad:
R. Straubel, Über einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik und einige Anwendungen. S. 114.
K. Schreber, Die Theorie der Mehrstoffdampfmaschinen. S. 117.
R. Blochmann, Ein neues System der sogenannten drahtlosen Telegraphie: die Strahlentelegraphie. S. 118.
V. Conrad, Praktische Erfahrungen mit dem Benndorfschen mechanisch-registrierenden Elektrometer (mit Demonstration). S. 120.

Referate:
Die 19. Versammlung der Astronomischen Gesellschaft in Göttingen. S. 120.
Das Selektorsystem. S. 122.

Besprechungen:
S. Günther, Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert. S. 123.
F. Stolze, Die Kunst des Vergrösserns auf Papieren und Platten; A. v. Hübl, Der Platindruck; R. A. Reiss, Die Entwicklung der photographischen Bromsilbertrockenplatte und die Entwickler; Lüppo-Cramer, Wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Photographie; H. Scheffler, Das photographische Objektiv. S. 124.
J. M. Eder, Die Grundlage der Photographie mit Gelatine-Emulsionen. S. 126.
A. Reynier, Das photographische Jahr 1901. S. 126.
E. Giltay, Das Sehen, besonders mit Rücksicht auf den Gebrauch optischer Instrumente. S. 126.
J. Bernstein, Die Kräfte der Bewegung in der lebenden Substanz. S. 126.
H. Triepel, Einführung in die physikalische Anatomie. S. 127.
M. G. Quesneville, Neue Theorie der Lupe und ihrer Vergrösserungen. S. 127.
E. Lecher, Über die Entdeckung der elektrischen Wellen durch H. Hertz und die weitere Entwicklung dieses Gebietes. S. 128.

Tagesereignisse. S. 128.
Personalien. S. 128.
Berichtigungen. S. 128.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über die Änderung der spezifischen Wärme der Metalle mit der Temperatur.[1]

Von W. Gaede.

Um die spezifische Wärme der Metalle mit möglichst grosser Genauigkeit bestimmen zu können, bildete der Verfasser folgende Methode aus. Die zu untersuchenden Metalle haben kreiscylindrische Gestalt und besitzen in der Mitte ein Bohrloch, das mit Quecksilber angefüllt wird. Bei den Amalgam bildenden Metallen ist das Bohrloch mit einer dünnwandigen Stahlhülse ausgekleidet. In das Quecksilber wird ein zugleich als Widerstandsthermometer und elektrischer Heizkörper dienendes Instrument, das „Kupferthermometer", eingetaucht. Dieses besteht aus einem Kupferstift, in welchem ein Kupfer- und ein Konstantandraht so eingebettet sind, dass bei guter elektrischer Isolation der Wärmeleitungswiderstand zwischen den Drähten und dem Kupferstifte auf ein Minimum reduziert ist. Zur Messung der spezifischen Wärme bei einer bestimmten Temperatur wird das aus dem Metallcylinder, Quecksilber und Kupferthermometer bestehende Kalorimeter in einen Thermostaten gebracht. Durch den Konstantandraht des Kupferthermometers wird ein Strom geschickt, und der durch die Stromwärme hervorgerufene Temperaturanstieg des Kalorimeters wird durch Widerstandsmessung des Kupferdrahtes vor und nach der Erwärmung bestimmt und wegen der Wärmeverluste des Kalorimeters durch Strahlung korrigiert. Der Quotient, zugeführte Joulesche Wärme, dividiert durch den Temperaturanstieg, giebt den Wasserwert des Kalorimeters. Subtrahiert man hiervon den Wasserwert des Kupferthermometers und des eingefüllten Quecksilbers, und dividiert man den Rest durch das Gewicht des Metalls, so erhält man die gesuchte spezifische Wärme. Um die Genauigkeit der Methode festzustellen, wurde eine grössere Zahl von Beobachtungen unter gleichen Umständen ausgeführt. Es zeigte sich, dass die Extreme um 1 pro Mille differieren. Die Methode verbürgt demnach eine Sicherheit der Messungen, wie sie nach den bisher verwendeten Methoden nicht zu erreichen war. Um zu wissen, ob die erreichte Genauigkeit durch systematische Fehler nicht illusorisch werde, wurden alle denkbaren Fehlerquellen rechnerisch und experimentell untersucht. Es zeigte sich, dass bei der gegebenen Anordnung nur die Wärmeleitungserscheinungen einen praktisch in das Gewicht fallenden Einfluss ausüben. Dieser liess sich mit grosser Genauigkeit direkt empirisch bestimmen und wurde in Rechnung gezogen.

Die folgenden Tabellen geben die bei den Temperaturen t gefundenen spezifischen Wärmen c.

1) Auszug aus der Freiburger Dissertation.

Antimon		Blei		Kadmium	
t	c	t	c	t	c
17,1	0,050248	18,3	0,030543	17,1	0,054834
33,0	0,050558	32,3	0,030748	32,2	0,055349
47,2	0,050823	47,1	0,030911	47,1	0,055663
62,4	0,051028	61,6	0,031032	61,8	0,055936
77,3	0,051160	76,9	0,031116	76,9	0,056291
92,5	0,051321	92,0	0,031251	92,2	0,056548

Kupfer		Platin		Quecksilber	
t	c	t	c	t	c
16,7	0 09108	17,5	0,031279	17,1	0,033261
32,7	0,09189	32,0	0,031456	31,8	0,033115
47,0	0,09244	47,8	0,031675	47,2	0,033016
61,9	0,09310	62,2	0,031798	61,9	0,032925
76,4	0,09346	77,2	0,031927	77,0	0,032818
92,3	0,09403	92,2	0,032046	92,6	0,032732

Stahl		Zink		Zinn	
t	c	t	c	t	c
16,8	0,10636	17,3	0,09222	16,8	0,053978
32,3	0,10825	32,4	0,09293	32,5	0,054458
47,1	0,10993	47,2	0,09360	46,8	0,054856
62,0	0,11141	62,2	0,09411	62,1	0,055342
76,7	0,11292	77,3	0,09458	76,9	0,055801
91,9	0,11442	92,7	0,09492	92,1	0,056235

Die Zahlen zeigen, dass mit steigender Temperatur die spezifische Wärme bei den festen Metallen zunimmt, bei Quecksilber dagegen abnimmt. Berechnet man die Abhängigkeit des Temperaturkoeffizienten der spezifischen Wärme von der Temperatur, indem man die gegebenen Zahlenreihen nach der Methode kleinster Quadrate durch eine parabolische Funktion darstellt, so findet man, dass der absolute Wert des Temperaturkoeffizienten bei den festen und flüssigen Metallen mit steigender Temperatur abnimmt. Vergleicht man die hier gegebenen Werte mit den von anderen Beobachtern gefundenen Zahlen, so findet man eine gute Übereinstimmung bei Quecksilber. Auch bei den übrigen reinen Metallen erhält man zufriedenstellende Übereinstimmungen, wenn man die Werte aller Beobachter zusammenfassend das Mittel nimmt und die hier gegebenen Werte mit dem Mittel vergleicht. Bei Platin allein finden sich merkwürdigerweise grössere Unterschiede, indem der hier gegebene Wert kleiner ist, als alle von den anderen Beobachtern mitgeteilten Zahlen. Nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Heräus in Hanau, der für diese Versuche einen 591 gr schweren Cylinder aus chemisch reinem Platin in liebenswürdigster Weise geliehen hatte, war es vor dem Jahre 1893 nicht möglich, absolut reines Platin herzustellen. Da also den einzelnen Beobachtern offenbar verschiedene Platinsorten zur Untersuchung dienten, ist es wahrscheinlich, dass die bei Platin gefundenen Differenzen sich auf Beimengung fremder Metalle zurückführen lassen.

(Eingegangen 4. Oktober 1902.)

Das Leitvermögen von Bleiglanz und Silberglanz.[1]

Von Franz Streintz.

Die Oxyde und Sulfide der Metalle befinden sich von ihrer Darstellung her meist im Zustande feiner Pulver. Um sie auf ihr Leitvermögen zu prüfen, war es notwendig, ihre Bestandteile sowohl untereinander, als auch mit den metallischen Ableitungen so innig zu verbinden, dass der Einfluss ihres physikalischen Zustandes nicht mehr zur Geltung kam. Zu diesem Zwecke wurden die Pulver in besonders konstruierten Formen Drucken von zehntausend Atmosphären und darüber unterworfen. Es ergab sich als merkwürdige Regel, dass sich nur dunkelfarbige Verbindungen als Leiter erwiesen und darunter nur solche, die sich ohne Anwendung eines Bindemittels in bestimmte Formen (Stäbe, Stifte, Platten) von metallischem Glanz und metallischer Härte bringen liessen. Die Zahl der guten Leiter ist demgemäss eine ziemlich beschränkte: PbO_2, CdO, CuS, Cu_2S und MoS_2, ferner MnO_2, PbS (Glanz), HgS (schwarz) und Ag_2S gehören ihr an.

Die zuerst genannten Verbindungen stehen den Metallen am nächsten, sowohl wegen der Güte ihrer Leitfähigkeit als auch wegen ihres Verhaltens zur Temperatur, deren Koeffizient, zwar bedeutend kleiner als bei den reinen Metallen, doch noch merklich positiven Charakter zeigt.

Die zuletzt angeführten Verbindungen hingegen besitzen bei gewöhnlicher Temperatur ein verhältnismässig geringes Leitvermögen, das jedoch mit steigender Temperatur rasch zunimmt.

In den folgenden Zeilen sollen einige Ergebnisse, die an gepressten Stäbchen von Bleiglanz und Silberglanz ermittelt wurden, mitgeteilt werden.

1. Bleiglanz.

Die Abhängigkeit des Leitvermögens von der Temperatur wurde zuerst an einem kleinen cylindrischen Stift (Länge 0,92 cm, Querschnitt 0,138 cm^2) untersucht. Auf die elektrolytisch verkupferten Enden des Cylinderchens waren Platinbleche gepresst worden.

Der Widerstand betrug bei Zimmertemperatur 150 Ω und sank mit steigender Temperatur beschleunigt bis auf 7,1 Ω bei 210^0 herab. Nach Abkühlung des Stiftes stellte sich der Ausgangswert nicht wieder her, sondern es blieb ein Widerstand bestehen, der kaum halb

1) Auszug aus der in den Sitzungsberichten der Wiener Akad. 111, IIa vom 6. März 1902 veröffentlichten Untersuchung „über die elektrische Leitfähigkeit von gepressten Pulvern".

so gross war (73 Ω). Bei der zweiten Erwärmung auf 210° erhielt man 5,7 Ω und darauf bei 20° nur mehr 42 Ω. Nach der vierten Erwärmung stellte sich ein stationärer Zustand her; der Widerstand betrug dann regelmässig bei Zimmertemperatur 33 Ω, bei 210° 2,7 Ω.

Soll sich also die Beziehung des Leitvermögens zur Temperatur innerhalb gewisser Grenzen zu einer regelmässigen gestalten, dann empfiehlt es sich, die Formen aus Bleiglanz mehreremale nacheinander langsam auf jene Temperatur zu bringen, der sie ausgesetzt werden sollen. Geht man beim Versuche mit einem derart behandelten Stifte wesentlich über diese Temperatur hinaus, dann erhält er, wieder abgekühlt, besseres Leitvermögen. So gestalten sich die Verhältnisse, wenn man die Temperatursteigerung bis zur oberen Grenze von 250° vornimmt.

Oberhalb 250° nimmt der Widerstand nur mehr äusserst langsam ab und von etwa 350° an hat er das Bestreben, wieder anzusteigen. Wird der Stift dann wieder auf Zimmertemperatur gebracht, so ist der Widerstand viel grösser geworden. Bleibt er mehrere Stunden sich selbst überlassen, so wächst sein Widerstand noch mehr an, erreicht ein Maximum, um dann langsam, aber beharrlich wieder abzunehmen.

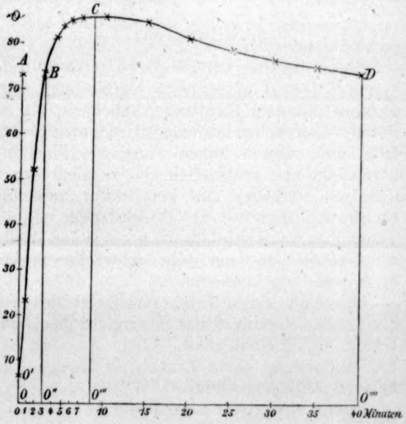
In diesem Zustande sind wiederholte Temperaturerniedrigungen, die z. B. durch Eintauchen des Stiftes in sublimierende Kohlensäure erfolgen können, von grösstem Einflusse; sie bewirken, dass der Bleiglanz aus seiner diesmal unstabilen Lage wieder in die stabile, durch die Formation bewirkte zurückversetzt wird.

Einen wesentlichen Einfluss auf diese merkwürdige Erscheinung, die den Charakter einer Schwingung besitzt, übt die Dauer der Erwärmung aus.

Die Schwingung, in der sich das Leitvermögen befindet, läuft nämlich um so rascher ab, je kürzer die Erwärmung gedauert hat. Um dies nachzuweisen, braucht man den Stift nur an eine entsprechende Spannung anzulegen, den Strom bis zu einer gewissen Stärke ansteigen zu lassen, ihn zu unterbrechen und nun die Veränderung des Widerstandes während der Abkühlung messend zu verfolgen.

Eine verhältnismässig sehr rasch verlaufende Schwingung wird durch vorliegende Figur veranschaulicht. Der Ausgangswiderstand *OA* betrug 73 Ω. Wurde der Stift (Länge 1,7 cm, Querschnitt 0,22 cm²) an eine Spannung von 13 Volt angeschlossen, so wuchs die Stromstärke nach 22 Sekunden auf 2 Amp. an. Mithin besass zu dieser Zeit der Stift einen Widerstand von 6,5 Ω, der durch die Gerade *OO'* ausgedrückt wird. Wird nun der Strom geöffnet (0 Minuten), dann lässt sich die in der Zeit von 40 Minuten erfolgende Veränderung des Widerstandes durch die Kurve *O'BCD* darstellen. Drei Minuten nach Unterbrechung des Stromes ist bereits der Ausgangswiderstand wieder hergestellt (*O''B*). Der Stift war zu dieser Zeit noch warm. Zwischen 7 und 12 Minuten befindet sich der Widerstand auf einem Maximalwert (*O'''C*), um von da ab langsam abzunehmen und sich seinem Ausgangswerte wieder zu nähern (*O''''D*).

Erfolgt die Erwärmung langsamer, was durch Anlegen des Stiftes an eine geringere Spannung bewerkstelligt werden kann, dann liegt das Maximum des Widerstandes (*O'''C*) entsprechend höher und die Kurve *O'BCD* erhält eine grössere Länge.



In flüssiger Luft erfuhr ein Stift aus Bleiglanz von 2 cm Länge und 0,5 cm² Querschnitt, der bei 22° einen Widerstand von 22 Ω besass, eine Vergrösserung des Widerstandes auf ungefähr 67000 Ω.

Schmelzt man Bleiglanz unter Luftabschluss, dann verhalten sich die aus der krystallinischblasigen Masse gesägten Stücke schon bei gewöhnlicher Temperatur als sehr gute Leiter.

Zur Erklärung der beschriebenen Erscheinungen dient die Annahme, dass der Bleiglanz, ähnlich wie sein Bestandteil, der Schwefel, Umwandlungen unterliegt. Bei niedriger Temperatur wird er sich in einer Phase schlechter, bei höheren Temperaturen bis zu 300° in einer Phase guter Leitfähigkeit befinden. Die erste Phase kann man als stabile bezeichnen, die zweite als metastabile da sie infolge der bedeutenden Hysteresis in der dichten Masse (spez. Gew. 9) den Charakter grosser Beständigkeit besitzt. Lang andauernde und wiederholte Erwärmungen, die 300° nicht überschreiten

dürfen, nötigen eine stets steigende Anzahl von Molekülgruppen, sich an der Umwandlung zu beteiligen. Die beiden Phasen koexistieren nebeneinander, so dass das Leitvermögen des Systems durch die Anzahl der in der Volumseinheit vorhandenen umgewandelten Moleküle bestimmt wird. Bei Temperaturen über 300° tritt der Bleiglanz wieder in eine Phase geringerer Leitfähigkeit, die jedoch als labile bezeichnet werden muss, da sich das Bestreben, in das vorhergegangene Gleichgewicht, in dem die stabile und metastabile Phase koexistierten, zurückzukehren, bei entsprechenden Temperaturerniedrigungen hervorragend bemerkbar macht. Nur auf diese Weise findet sich eine befriedigende Erklärung für den Schwingungszustand, in den das System gerät.

2. Silberglanz.

Diese bereits von Faraday (1834) und Hittorf (1851) untersuchte Verbindung zeigt insofern mit dem Bleiglanz Ähnlichkeit, als sie durch wiederholtes langsames Erwärmen gleichfalls von ihrem hohen Ausgangswiderstand herabsinkt und schliesslich ein ziemlich regelmässiges Verhalten zur Temperatur annimmt. Da die Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur ausserordentlich gross ist, so dürfen zur Untersuchung nur sehr schwache Ströme in Anwendung kommen.

Innerhalb eines Temperaturintervalles von 400 Graden durchläuft der Silberglanz das ganze Gebiet der Leitfähigkeit. Über 220° beträgt der Widerstand kaum Zehntel, in flüssiger Luft tausend Millionen Ohm!

Ebensowenig wie im Bleiglanz lässt sich an Silberglanz eine Polarisation nachweisen und zwar auch dann nicht, wenn man sich einer elektromagnetisch angeregten Stimmgabel als Wippe bedient. Leitet man durch einen dauernd auf 220° gehaltenen Stift Gleichstrom von 1 oder 2 Amp. mehrere Stunden lang, so kann man keine Zersetzungsprodukte nachweisen. Der Stift bleibt unverändert.

Daraus geht hervor, dass an eine elektrolytische Stromleitung nicht gedacht werden kann. Es wäre aber auch nicht leicht gewesen, sich ein Bild zu machen von der Mechanik elektrolytischer Stromleitung in einem festen oder höchstens zähflüssigen Körper, dessen Leitvermögen auf das 260fache des Wertes ansteigen kann, den die bestleitende Säurelösung besitzt.

Und doch treten im Silberglanz Kräfte gegen den ihn durchfliessenden stationären Strom, also im Sinne einer Polarisation auf; sie machen sich durch eine allmählich zunehmende Stromschwächung bemerkbar, es ist ihre Wirksamkeit an das Fliessen des Stromes gebunden. Dadurch unterscheiden sie sich von der Polarisation und machen es äusserst schwierig, sie zu verfolgen. Vielleicht gelingt es beim Studium anderer elektrischer Eigenschaften des Silberglanzes, Aufschluss über diese Kräfte zu gewinnen; die Untersuchung des Leitvermögens allein ist hierzu wohl unzureichend.

Da der Silberglanz in der Nähe des absoluten Nullpunktes der Temperatur als ein vollkommener Isolator der Elektrizität anzusehen ist, so liegt die Vermutung nahe, dass das Gesamtmolekül Ag_2S im Gegensatz zu anderen Verbindungen, die den Metallen nahe stehen, wie PbO_2, CuS u. a., keinen Anteil an der Elektrizitätsleitung nimmt. Die Leitung bei höheren Temperaturen brächten dann erst die durch die intramolekulare Energie bewirkten Verrückungen der Metallatome, deren Grösse von der jeweiligen Temperatur T bestimmt wird, zu stande. —

Dagegen dürfte dem Bleiglanz, der in flüssiger Luft noch ein entsprechendes Leitungsvermögen besitzt, eine, wenn auch geringe molekulare Leitfähigkeit kaum abzusprechen sein. Allein mit steigender Temperatur würde auch hier das Metallatom in steigendem Masse an der Leitung teilnehmen, so dass die beobachtete Beschleunigung des Leitvermögens in der ersten als stabil bezeichneten Phase eintreten kann.

Es liegt nun nahe, anzunehmen, dass der Grad der Beschleunigung in einer Beziehung steht zu dem Atomgewicht des Metalles, das in der Verbindung enthalten ist. Je grösser die Masse des die Leitung vermittelnden Metallatoms ist, desto geringer müsste der Grad der Beschleunigung sein. Thatsächlich zeigt die schwarze Modifikation des Quecksilbersulfids (Atomgew. des Quecksilbers 200,3) ungefähr die gleiche Zunahme mit der Temperatur wie Bleiglanz (Atomgew. des Bleies 206,9), während Silberglanz (Atomgew. des Silbers 107,9) eine vielfach überlegene Zunahme aufweist.

(Eingegangen 16. Oktober 1902.)

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Kasan. (Direktor: D. A. Goldhammer.)

No 4[1]: D. A. Goldhammer, Über die Transformation eines pulsierenden Stromes in einen Wechselstrom.

Die sogenannten Unterbrecher erlauben, den Strom einer gleichgespannten Quelle in einen pulsierenden Strom — Wellenstrom[2]) — zu verwandeln. Derselbe besteht aus einem Gleichstrome i_m, auf welchen ein im allgemeinen

1) Nr. 3: diese Zeitschr. **2**, 559, 1901.
2) C. Heinke, diese Zeitschr. **1**, 8, 1899.

asymmetrischer Wechselstrom aufgelagert ist. Bezeichnen wir mit i den momentanen Wert des Wellenstromes, so ist in leicht verständlicher Bezeichnung

$$i = i_m + \Sigma i_k \sin(p_k t + \alpha_k)$$

$$p_k = \frac{2\pi}{T} k, \quad k = 1, 2, 3 \ldots$$

und folglich

$$i_m = \frac{1}{T}\int_0^T i\,dt$$

$$i_e^2 = \frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt = i_m^2 + \tfrac{1}{2}\Sigma i_k^2.$$

Setzen wir ferner

$$\tfrac{1}{2}\Sigma i_k^2 = i_\sim^2,$$

so ist $i_\sim \sqrt{2}$ die Amplitude eines einfachen Sinusstromes mit der Periode T, der dem wirklichen Wechselstrome energetisch äquivalent ist.

In den meisten Fällen, wo man den Wellenstrom verwendet, ist nur $i_\sim$ von Nutzen; i_m wirkt dabei entweder als reiner Ballast, oder seiner Wärme- resp. magnetischen Wirkung wegen, kann sogar schädlich sein (z. B. für Transformatoren mit geschlossenem magnetischen Kreise[1]).) Es scheint daher nicht ohne Interesse die Möglichkeit aufzusuchen, einen Gleichstrom in einen reinen Wechselstrom etwa in ebenso einfacher und leicht zugänglicher Weise zu verwandeln, wie es für die Transformation eines Gleichstromes in einen Wellenstrom mittelst der Unterbrecher verschiedener Art der Fall ist. Nun kann man wirklich einen durch irgend welchen Unterbrecher gelieferten Wellenstrom in einen Wechselstrom transformieren, indem man solche Stromschaltungen benutzt, die i_m von $i_\sim$ zu trennen erlauben. Das lässt sich auf verschiedene Weise ermitteln, so dass je nach Umständen die eine oder die andere Schaltung vorzuziehen ist. Im folgenden sollen drei solche Schema beschrieben werden.

Schema Nr. 1. Es sei U ein Unterbrecher (z. B. ein Lochunterbrecher), AB der Leiter, welcher mittelst eines Wechselstromes gespeist werden soll (Fig. 1). Die Pfeile deuten die Richtung von i_m an. Offenbar kann man den Strom i_m zwischen den Punkten AB dadurch zum Verschwinden bringen, dass man einen Gleichstrom — i_m von einer besonderen Stromquelle e durch AB fliessen lässt. Da meist der Ohmsche Widerstand r von AB klein ist, so genügt in e eine Batterie von wenigen Akkumulatoren sogar dann, wenn die zum Speisen der Unterbrecher dienende Hauptspannung E 100 Volt oder mehr beträgt. Da aber die Wechselströme in A sich nicht verzweigen sollen, so ist in L eine gegen l passend grosse Selbstinduktion einzuschalten.

Schema Nr. 2. Wird der Gleichstrom der städtischen Centrale mit Hilfe des sogenannten Dreileitersystems übertragen, so ist folgende Schaltungsweise bequem (Fig. 2). Wie aus der Figur zu ersehen ist, schaltet man den Leiter AB in die mittlere, sogen. Nullleitung. Die eine der äusseren Leitungen enthält den Unterbrecher mit nötigem Vorschaltwiderstande, die andere einen passenden Ballastwiderstand R und möglichst grosse Selbstinduktion L. Man reguliert R in der Weise, dass ein in den Zweig AB eingeschaltetes Gleichstromampèremeter $i_m = 0$ zeigt. Nach diesem Schema habe ich einige Messungen ausgeführt.

Ein Lochunterbrecher, oder deren zwei parallel geschaltet, gaben den pulsierenden Strom; als Leiter AB (l, r) diente die primäre Rolle eines Funkeninduktors mittlerer Grösse (Funken-

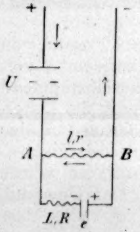


Fig. 1.

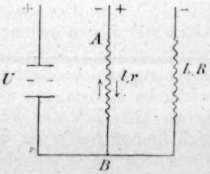


Fig. 2.

strecke 25 cm und mehr). Dieselbe ist 43 cm lang, 6,05 cm dick und hat 276 Windungen in zwei Lagen. Daraus berechnet sich l (ohne Eisen) zu etwa 5.10^{-4} Henry. Der Eisenkern war 4,6 cm dick; r betrug 0,2 Ohm. Als Selbstinduktion L benutzte ich eine 30,5 cm lange Drahtrolle, die in 9 Lagen 770 Windungen hat; der äussere Umfang der Rolle 39 cm; die Dicke des Eisenkernes 4,5 cm. Das giebt für L (ohne Eisen) etwa 140.10^{-4} Henry; der Widerstand der Rolle war 0,7 Ohm. Als Ballastwiderstand diente ein Lampenrheostat. Der Zweig AB enthielt ein Gleichstromampèremeter und ein Hitzdrahtampèremeter. Die Ablesungen beider Instrumente wurden abwechselnd gemacht, einmal wenn nur zwei Leitungen arbeiten, dann wenn alle drei u. s. w. Die weiter unten mitgeteilten Zahlen sind Mittelwerte; $i_\sim$ berechnet aus den gewonnenen Zahlen für i_e, i_m (in Amp.)

2 Lochunterbrecher parallel (Ton tief)

Zwei Leiter			Drei Leiter		
i_e	i_m	$i_\sim$	i_e	i_m	$i_\sim$
12,67	11,63	5,03	6,5	0	6,5

[1]) Vergl. dazu auch eine Bemerkung von Heinke über die Ruhmkorffinduktoren in Ann. d. Phys. 1, 454, 1900.

1 Lochunterbrecher (Ton höher)

7,60	6,55	3,85	5,0	0	5,0
7,50	6,47	3,79	5,3	0	5,3

Wie wir sehen, gelingt die „Kompensation" von i_m vollkommen gut; wir bemerken aber dabei noch einen Umstand: $i_\sim$ fällt bei vorhandener Kompensation grösser aus, als ohne dieselbe.

Dementsprechend erscheint auch der Funke des Induktors im letzten Falle sehr merklich „dicker" (Büschellichtbogen). Es kann auch unter Umständen i_m bei der Kompensation kleiner sein, als ohne dieselbe; so wurde beobachtet

Ein Lochunterbrecher

Zwei Leiter			Drei Leiter		
i_e	i_m	$i_\sim$	i_e'	i_m'	$i_\sim'$
5,7	4,6	3,37	3,0	0	3,0,

während auch der Funke des Induktors „dünner" erschien. Der Grund der Erscheinung liegt offenbar in den veränderten Bedingungen des Arbeitens des Unterbrechers, wenn die Hauptspannung verdoppelt und der Ballastwiderstand R eingeführt wird.

In der That zeigt die bekannte Formel von Simon[1]), dass diese beiden Umstände auf T verkleinernd wirken sollen; damit übereinstimmend wurde in allen Fällen eine Erhöhung der Unterbrechungszahl beobachtet. Wäre ferner $i_e T$ eine wirkliche Konstante, wie es nach der Simonschen Theorie[2]) der Fall sein soll, so würde sich immer $i_\sim' > i_\sim$ ergeben. Der Umstand, dass auch $i_\sim' < i_\sim$ sein kann, zeigt also, dass $i_e T$ keine Konstante ist.[3])

Schema Nr. 3. Ein drittes Schaltungsschema erhält man mit Hilfe der sogenannten Wheatstoneschen Brücke, indem man den Leiter AB als „Brücke" benutzt. Es seien R_1 R_2 R_3 R_4, die Ohmschen Widerstände der vier Zweige 1) 2) 3) 4) so gewählt, dass

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

Fig. 3.

ist. Dann fliesst durch AB kein Gleichstrom i_m. Es seien ferner die Selbstinduktionen L_2, L_3 der Zweige 2) und 3) sehr gross gegen l; die Zweige 1) und 4) seien nahezu induktionslos. Dann muss der Wechselstrom $i_\sim$ in der Richtung der Pfeile fliessen. Als Leiter AB diente frühere Rolle des Funkeninduktors; L_3 war wie früher etwa 140.10^{-4} Henry (ohne Eisen); was aber L_2 anbetrifft, so stand mir zur Verfügung nur eine kurze Drahtrolle (Länge 14 cm) von 430 Drahtwindungen in 10 Lagen und 39,5 äusseren Umfang. Das giebt für L_2 etwa 85.10^{-4} Henry (ohne Eisen). Infolge der kleinen Länge dieser Rolle bewirkte die Einführung des Eisendrahtbündels ein viel schwächeres Anwachsen von L, als es bei anderen langen Drahtrollen der Fall war. Es war also zu fürchten, dass es nicht gelänge, den ganzen Wechselstrom durch l zu leiten. Die Versuche haben diese Vermutung bestätigt: es wurde beobachtet

Ein Lochunterbrecher

Hauptstrom			Brückenstrom		
i_e	i_m	$i_\sim$	i_e'	i_m'	$i_\sim'$
5,9	4,7	3,57	1,87	0,1	1,87

Wenn aber die Rolle l durch einen einfachen Draht ersetzt wurde, so trat das gewünschte Trennen von i_m und $i_\sim$ vollkommen auf:

5,9	4,7	3,57	3,9	0	3,9.

Natürlich steht nichts im Wege, die beschriebenen Schaltungen auch für einen beliebigen Unterbrecher anzuwenden; auch kann das Schema Nr. 2 in den Fällen benutzt werden, wo man nur eine Akkumulatorenbatterie zur Verfügung hat.

Zum Schluss möge noch folgende Bemerkung Platz finden. Legt man eine Kapazität an die Klemmen eines Flüssigkeitsunterbrechers, so sinkt dadurch i_e; diese Erscheinung hat zuerst Wehnelt beobachtet.[1]) Die Kurve $i = f(t)$, die ohne Kapazität auf der Zeitachse stand, ging bei Anlegung der Kapazität tief unter die Zeitachse herunter. Ein Blick auf die Kurve zeigt, dass auch i_m im letzten Falle kleiner sein muss, als früher. Da ferner die Wirkung mit der wachsenden Kapazität zunimmt, so kann man erwarten, dass bei genügend grosser Kapazität auch $i_m = 0$ sein kann. Dann hätte man aber wieder einen neuen Wechselstrom. Einen Versuch in dieser Richtung hat Hr. Aristow angestellt. Leider konnten wir nicht über 4,7 Mikrofarad hinausgehen; es gelang uns daher nicht, i_m auf Null zu bringen; doch zeigt der Versuch, dass die Anlegung der Kapazität an die Klemmen des Unterbrechers wirklich $i_\sim$ vergrössert, also in dem gewünschten Sinne wirkt. So wurde gefunden (die Selbstinduktion $L_2 + L_3$) mit einem Lochunterbrecher:

I Ohne Kapazität $i_e = 4{,}42$, $i_m = 3{,}98$, $i_\sim = 1{,}92$
Angelegt 3,7 Mikrof. $i_e = 4{,}17$, $i_m = 3{,}45$, $i_\sim = 2{,}34$

Selbstinduktion L_2

II Ohne Kapazität $i_e = 4{,}22$, $i_m = 3{,}36$, $i_\sim = 2{,}55$
Angelegt 4.7 Mikrof. $i_e = 4{,}60$, $i^m = 4{,}08$, $i_\sim = 2{,}12$

1) A. Wehnelt, Wied. Ann. **68**, 254 ff. 1899.

Kasan, im Juni 1902.

(Eingegangen 2. Oktober 1902.)

1) H. Th. Simon, Wied. Ann. **68**, 863, 1899.
2) Derselbe, Wied. Ann. **68**, 287, 1899.
3) Vergl. E. Ruhmer, diese Zeitschr. **1**, 303, 1900.

Über die Emanation des Phosphors.

Von F. Harms.

Unter obigem Titel veröffentlichte kürzlich Herr G. C. Schmidt[1]) eine Abhandlung, in der er zu dem Schlusse kommt, dass bei der Oxydation des Phosphors keine Ionen oder Elektronen entstehen, sondern dass die durch die Oxydation des Phosphors hervorgerufene Leitfähigkeit eine nur scheinbare ist, welche von der Konvektion der Elektrizität durch die festen, nebelförmigen Oxydationsprodukte herrührt.[2])

Da die Phosphoroxydation die einzige bis jetzt bekannte chemische Reaktion ist, durch die bei niedrigen Temperaturen eine sicher konstatierte Leitfähigkeit der Luft erzeugt wird, so schien es wünschenswert, die Schmidtschen Resultate auf einem anderen Wege zu prüfen, zumal diese mit allen früheren Beobachtungen im Widerspruch stehen.

Im besonderen steht die Schmidtsche Beobachtung, dass Nebel und feste in der Luft verteilte Bestandteile ihre Leitfähigkeit vergrössern sollen, im Widerspruch mit den sehr eingehenden Versuchen von Elster und Geitel[3]) über diesen Punkt. Elster und Geitel fanden, dass die atmosphärische Luft eine um so grössere Leitfähigkeit besitzt, je staubfreier sie ist; sie konnten diese zuerst im Freien gemachte Beobachtung durch Laboratoriumsversuche bestätigen. Ähnliche Beobachtungen machten Owens an Thoriumluft und von Wesendonck an Flammengasen.[4])

Ich benutzte zur Untersuchung der Phosphorluft die kürzlich von mir[5]) beschriebene Methode. Unter einer ca. 12 l fassenden Glasglocke war eine Kugel von 2,8 cm Durchmesser isoliert aufgehängt; sie wurde auf etwa 70 Volt geladen und nach gemessener Zeit mit einem Elektrometer verbunden. Durch Variation der Zeit liess sich der Elektrizitätsverlust der Kugel pro Minute bestimmen; dieser ist cet. par. der Leitfähigkeit der eingeschlossenen Luft proportional. Die Glasglocke war innen mit zur Erde abgeleitetem Drahtnetz ausgekleidet, die als Abschluss dienende Bodenplatte war mit Stanniol beklebt. Durch eine Öffnung der Bodenplatte konnte ein Stückchen Phosphor in die Glasglocke hineingebracht werden. Wie auch Herr Schmidt bemerkt, ist es sehr schwierig, selbst mit demselben Phosphorstück übereinstimmende Werte zu erhalten, weil die entstehenden Oxydationsprodukte die Oberfläche verunreinigen. Die regelmässigsten Werte erhielt ich mit Phosphor, der frisch geschmolzen und in Kapillarröhren aufgesaugt war; aus diesen lässt sich leicht eine kleine Phosphorstange herausschieben, die man in beliebiger Länge abschneiden kann. Ich benutzte meist Stückchen mit nur wenigen qmm Oberfläche.

Es ist mir nun nicht gelungen, durch meine Beobachtungen die Resultate des Herrn Schmidt zu bestätigen. Im Gegenteil, ich fand in Übereinstimmung mit den früheren Beobachtern[1]), dass Phosphorluft sich durchaus anders verhält als Nebel von Salmiak oder dergl.

Ich lasse zunächst eine Beobachtungsreihe folgen, wie ich sie mehrfach gemacht habe. Einige Vorversuche ergaben in Übereinstimmung mit Herrn Schmidt, dass eine unipolare Leitfähigkeit der Phosphorluft nicht zu konstatieren

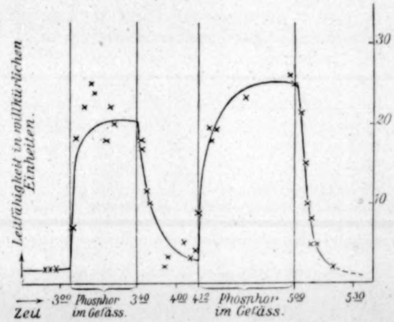


Fig. 1.

ist, soweit man dies bei der Unregelmässigkeit der Oxydation behaupten kann. Es ist deshalb nur nötig, eine mit negativer Ladung der Kugel ausgeführte Messungsreihe mitzuteilen.

Es wurde die gewöhnliche Elektrizitätszerstreuung unter der Glasglocke bestimmt; der Elektrizitätsverlust der Kugel entsprach etwa 2 Skalenteilen Abnahme des Elektrometerausschlags pro Minute. $3^h 6'$ wurde ein Phosphorstückchen (etwa 2 qmm Oberfläche) unter die Glasglocke gebracht, der Elektrizitätsverlust stieg schnell auf etwa 20 Skt.[2]) $3^h 40'$ wurde der Phosphor entfernt, der Elektrizitätsverlust sank in 15 Min. auf etwa 3 Skt., also ungefähr den Anfangswert; der Versuch wurde mit dem gleichen Erfolg wiederholt. Während der Phosphor sich unter der Glasglocke befand, sah man einen feinen Nebelfaden senkrecht in die Höhe steigen, bis er an der oberen Wand der

1) G. C. Schmidt, diese Zeitschr. **3**, 475, 1902.
2) l. c. 481.
3) Ann. d. Phys. **2**, 425, 1900.
4) Owens, Phil. Mag. **48**, 376, 1899; v. Wesendonck, Naturw. Rundschau **15**, 261, 1900.
5) Diese Zeitschr. **4**, 11, 1902. Dort ist leider ein Druckfehler stehen geblieben; S. 13, Sp. 1, Z. 4 v. u. muss es natürlich heissen: $s' : V_0$ statt $s : V$.

1) Litteratur l. c. 475.
2) Vergl. die Kurve Fig. 1. Die Isolation der Kugel wurde häufig in der von mir in dieser Zeitschr. (l. c. S. 13) angegebenen Weise kontrolliert.

Glasglocke verschwand. Befand sich dieser Nebelfaden in unmittelbarer Nähe der Kugel, so wurde er durch Laden oder Entladen der Kugel nicht sichtbar abgelenkt; traf er die Kugel, so wurde dadurch innerhalb der Genauigkeit der Messungen der Elektrizitätsverlust der Kugel nicht vergrössert. Diese Beobachtungen sind wohl schwer mit der Schmidtschen Theorie in Einklang zu bringen, man müsste denn annehmen, dass nur die allerfeinsten Nebelteilchen den Elektrizitätstransport besorgen. Wenn dies aber der Fall ist, so werden sie sehr lange Zeit brauchen, um sich abzusetzen; dem widerspricht aber der schnelle Abfall der Leitfähigkeit nach Entfernung des Phosphors und der folgende Versuch.

Bisher war immer nur eine sehr geringe Menge von Phosphornebel in der Glocke; sie

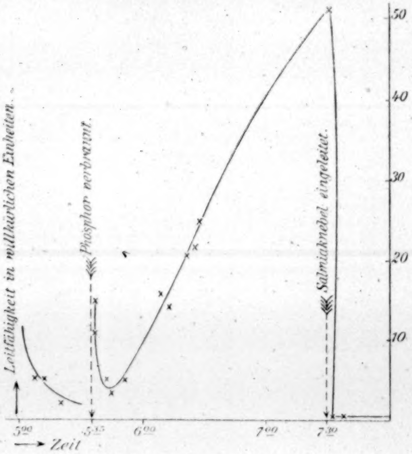


Fig. 2.

wurde jetzt enorm vergrössert durch Verbrennung eines erbsengrossen Stücks Phosphor; der Nebel war jetzt ($5h\ 35'$ vergl. Fig. 2) so dicht, dass die Glasglocke vollständig undurchsichtig war. Die Leitfähigkeit entsprach aber nur 15 Skt. Elektrometerausschlag und ging nach 9 Min. auf etwa 4 Skt. zurück. Nach 9 Min. war die Glocke noch völlig undurchsichtig. Dann stieg die Leitfähigkeit in dem Masse, wie sich der Nebel absetzte, langsam an. $6h\ 10'$ entsprach sie etwa 15 Skt., die hintere Wand der Glocke erschien noch leicht verschleiert; $7h\ 10'$ war die Glocke durchsichtig, die Leitfähigkeit entsprach 52 Skt. Diese grosse Leitfähigkeit rührt daher, dass bei der explosionsartigen Verbrennung der Phosphor zum Teil unoxydiert herumgeschleudert war; als die Nebel sich gesenkt hatten, war deutlich zu sehen, dass an verschiedenen Stellen der Wände Phosphorpartikelchen klebten, die jetzt durch ihre Oxydation eine Leitfähigkeit erzeugten, die der grossen Phosphoroberfläche wegen sehr gross war.

Das anfängliche Sinken und spätere Ansteigen der Leitfähigkeit lässt sich zwanglos mit Hilfe der Ionentheorie[1]) erklären. Bei der Verbrennung war eine so grosse Menge von Ionen gebildet, dass sie trotz der geringen Beweglichkeit, die sie infolge ihrer Anlagerung an die Nebelteilchen hatten, doch eine beträchtliche Leitfähigkeit bewirkten. In dem Masse, wie sich der Nebel absetzte, wuchs die Anzahl der „freien" Ionen mit grosser Beweglichkeit, die Leitfähigkeit musste steigen. Ist diese Anschauung richtig, so musste die Erzeugung von Nebel irgend welcher Art die Leitfähigkeit herabsetzen; in die Glasglocke wurde aus NH_3 und HCl erzeugter Salmiaknebel geleitet, die Leitfähigkeit der Luft verschwand sofort, sie war einwandsfrei überhaupt nicht mehr nachzuweisen, selbst nicht als die Nebel so dick waren, dass nach dem Absetzen dichte Flocken von NH_4Cl den Boden der Glasglocke bedeckten. Ein ähnlicher Versuch mit Tabaksrauch führte zu dem gleichen Resultate. Bei keinem der Versuche, die ich mit Salmiak- und Tabaksnebeln auch ohne die Anwesenheit von Phosphor angestellt habe, ist es mir gelungen, eine Leitfähigkeit von dem Grade festzustellen, wie sie Herr Schmidt in seinen Tabellen VI und VII angiebt; die Leitfähigkeit war, wenn überhaupt vorhanden, sicher bedeutend kleiner als die der natürlichen Luft.

Nun scheint mir die Versuchsanordnung des Herrn Schmidt in einem Punkte vielleicht nicht ganz einwandsfrei zu sein. Durch einen Gummistopfen[2]) werden zwei durch Glas und Siegellack wohlisolierte Eisenstäbe geführt, der eine ist mit dem Quadrantelektrometer verbunden, der andere mit einer hohen Spannung. Die beiden Eisenstäbe tragen Elektroden, zwischen denen der Strom in dem Gase übergeht. Nun ist es sehr wohl möglich, dass die Isolation in dem feuchten mit Phosphoroxydationsprodukten und dergl. angefüllten Gasraum sich nicht dauernd vorzüglich erhalten lässt; infolgedessen würden dann die Leitfähigkeiten des Herrn Schmidt zu gross sein. Diese Fehlerquelle liesse sich vermeiden, wenn der zum Elektrometer führende Eisenstab in eine zur Erde abgeleitete Metallröhre[3]) isoliert ein-

1) Die Herren Elster und Geitel waren so liebenswürdig, mir mitzuteilen, dass sie schon im Jahre 1890 (Wied. Ann. **39**, 326, 1890) einen Versuch beschrieben haben, der die Anwesenheit von Ionen in Phosphorluft beweist.

2) l. c. Fig. 1.

3) Dieser Kunstgriff ist übrigens bereits von Elster und Geitel in der von Herrn Schmidt citierten Arbeit Wied. Ann. **44**, 725—726, 1891 angewandt worden; in den letzten Jahren

gekittet wäre, dann könnte sicher nur durch das Gas hindurch eine Elektrizitätsübertragung stattfinden.

Auf einem anderen Wege lässt sich noch das Vorhandensein von Ionen in Phosphorluft sehr plausibel machen. Nach Elster und Geitel[1]) nimmt der Elektrizitätsverlust eines geladenen Körpers in gewöhnlicher oder durch Flammengase oder Radium künstlich ionisierten Luft zu, wenn man ihn mit einem Drahtnetzkäfig umgiebt und diesen gleichnamig auf einige 100 Volt lädt.

Die Versuchsanordnung war folgende: Der Schutzcylinder eines Elster-Geitelschen Zerstreuungsapparates wurde durch einen Drahtnetzcylinder *G* von 30 cm Höhe und 15 cm

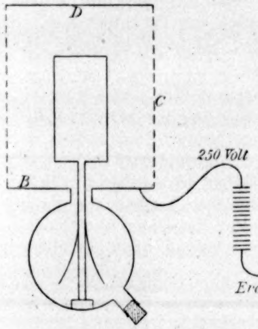


Fig. 3.

Durchmesser ersetzt, mit dem zum Apparat gehörigen Deckel und Boden (*D* und *B*) verschlossen; das Ganze stand auf Paraffinplatten. Der Zerstreuungskörper wurde nun unter Ableitung des Drahtnetzes geladen, und dann das Drahtnetz gleichnamig oder ungleichnamig ebenfalls geladen. Ist z. B. Elektroskop und Käfig positiv geladen, so ist die Konzentration der negativen Ionen an dem Drahtnetz sehr gross, sie diffundieren in das Innere hinein und entladen das Elektroskop.

Um den Drahtnetzcylinder wurde noch ein zur Erde abgeleiteter Drahtring mit etwa 5 cm grösserem Radius gelegt.

Dann ergaben sich folgende Werte:

Zimmerluft.

Elektroskop	Käfig	Elektriz.-Verlust pro Stunde
—	+	23 Volt
—	—	57
+	—	18
+	+	90

auch vielfach von J. J. Thomson, Rutherford und ihren Schülern.

1) Ann. d. Phys. **2**, 425, 1900.

Auf dem Drahtring wurden 12 Phosphorstückchen (etwa 2 mm Durchmesser) verteilt:

Elektroskop	Käfig	Verlust pro Stunde
+	—	156 Volt
+	+	ca. 29000
—	+	150
—	—	ca. 23000

Jetzt wurden an dem Ring kleine mit NH_3 bezw. HCl getränkte Wattebäuschchen befestigt, so dass ziemlich starke Nebel entstanden,

Elektroskop	Käfig	Verlust pro Stunde
—	—	30 Volt
—	+	7

Wurden jetzt die Phosphorstücke wieder angebracht, so ergab sich

Elektroskop	Käfig	Verlust pro Minute
—	+	55 Volt
—	—	9500
stärkerer Salmiaknebel		
—	—	5300

Durch den Nebel wird also der Effekt der Phosphorluft stark herabgesetzt.

Zur Kontrolle wurde noch nach Entfernung des Phosphors und der Salmiaknebel eine zur Erde abgeleitete Bunsenflamme in die Nähe (etwa 10 cm) des Apparates gesetzt.

Dann ergab sich:

Elektroskop	Käfig	Verlust pro Stunde
—	+	130 Volt
—	—	ca. 11000

Aus diesen Versuchen geht wohl deutlich hervor, dass die durch Phosphor erzeugte Leitfähigkeit der der Flammengase ähnlich ist, und dass Salmiaknebel nicht nur keine wesentliche eigene Leitfähigkeit haben, sondern eine durch andere Einflüsse entstandene sogar bedeutend herabsetzen.

Würzburg, physik. Institut, 9. Okt. 1902.

(Eingegangen 11. Oktober 1902.)

Notiz über die photoelektrische Wirksamkeit der durch Becquerelstrahlen gefärbten Salze.

Von J. Elster und H. Geitel.

Die photoelektrische Zerstreuung, d. h. nach Lenards Untersuchungen die Ausstrahlung negativer Elektronen während der Belichtung, hängt bekanntlich ausser von der Wellenlänge und Intensität des Lichtes auch von der Natur der getroffenen Oberfläche ab; mit wachsender Wellenlänge des Lichtes wird die Zahl der Substanzen, die diese Erscheinung zeigen, immer spärlicher. So kommt es, dass die Fähigkeit, negative Ladungen zu zerstreuen, „die photoelektrische Wirksamkeit", die für ultraviolettes Licht eine fast allgemein verbreitete Eigenschaft ist, schon für das Sonnen- und Tageslicht als eine charakteristische Eigen-

schaft weniger Substanzen betrachtet werden darf. Zu diesen gehören die Metalle: Zink, Magnesium, Aluminium, Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium und deren Amalgame, ferner die phosphoreszierenden Schwefelverbindungen der Erdalkalimetalle, und schliesslich die gefärbten Halogenverbindungen der Alkali- und Erdalkalimetalle, die teils, wie der blaue Fluorit, natürlich vorkommen, teils durch Einwirkung von Kalium- und Natriumdämpfen oder Kathodenstrahlen auf die ungefärbten Salze hergestellt werden können.

Vor kurzem sind von Giesel[1]) und Goldstein[2]) solche Färbungen von Salzen auch mit Hilfe von Becquerelstrahlen hervorgebracht und zwar nicht nur an Halogenverbindungen, sondern auch an einer Reihe anderer Salze. Es war bei der sonstigen Analogie zwischen Becquerel- und Kathodenstrahlen zu erwarten, dass auch diese farbigen Produkte, die auch wie die mittels Kathodenstrahlen erhaltenen im Lichte schnell ausbleichen, im Tageslicht „photoelektrisch wirksam" wären. Der Versuch hat diese Erwartung bestätigt.

Herr Dr. Giesel war so freundlich, uns drei nach Goldsteins Methode durch Radiumstrahlen gefärbte Präparate von Kaliumsulfat zur Verfügung zu stellen.

1) F. Giesel, Verh. d. D. phys. Ges. II. Sitzung v. 5. Mai 1900.
2) E. Goldstein, diese Zeitschrift 3, 149, 1902.

Besonders geeignet zu den Versuchen erwies sich Präparat Nr. 1, dessen intensiv grüne Färbung selbst Belichtung mit Sonnenlicht vertrug, ohne allzu schnell abzublassen.

Ein kleines mit dem isolierten Quadrantenpaare eines Elektrometers leitend verbundenes Metallschälchen nahm das frisch pulverisierte Salz auf; darüber, in etwa 2 cm Entfernung, war ein Drahtnetz gespannt, das mittels einer Trockensäule auf einem konstanten, positiven Potentiale von ca. 300 Volt gehalten wurde. Die ganze Vorrichtung überdeckte ein mit Schieber versehener lichtdichter Kasten. Im Dunkeln übertrug sich auf das Schälchen in 30 Sekunden nur eine Spannung von etwa $^1/_3$ Volt. Gewährte man aber durch Öffnen des Schiebers dem Sonnenlichte Zutritt zu dem Salze, so stieg das Potential der Schale in der gleichen Zeit auf etwa 14 Volt, also auf rund das 42fache.

Das Präparat Nr. 2 war von violetter Färbung und bei weitem nicht so lichtbeständig wie Präparat Nr. 1; doch erwies es sich ebenfalls deutlich photoelektrisch wirksam; dagegen erfolgte bei dem blau gefärbten Präparate Nr. 3 schon in diffusem Tageslichte die Rückbildung zu ungefärbter Substanz so schnell, dass eine zuverlässige Prüfung unmöglich wurde.

(Eingegangen 13. Oktober 1902.)

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN[1]) VON DER 74. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU KARLSBAD.

R. Straubel (Jena), Über einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik und einige Anwendungen.[1])

Die zweite Mitteilung betrifft einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik und zwar aus dem physisch-realisierbaren Gebiete derselben. Der Satz ist ein geometrischer, insofern als er, abgesehen von Brechungsexponenten, nur Raumelemente enthält, physischer Natur ist er nur insofern, als es auf die, und zwar einzige, Voraussetzung hin sich beweisen lässt, dass die Bahnen der betrachteten Büschel kürzeste (oder längste) Wege zwischen zwei Punkten sind.

Der Satz spaltet sich in zwei Einzelsätze, je nachdem es sich um ebene oder räumliche Büschel handelt. Dabei soll aber gleich ausdrücklich hervorgehoben werden, dass unter „ebenen" Büscheln nicht nur solche verstanden werden sollen, die während ihres ganzen Verlaufes in einer und derselben Ebene bleiben, sondern nur Büschel mit ebenen Öffnungswinkeln.

I. Der Satz für „ebene" Büschel. Von einem Punkte gehe ein unendlich dünnes ebenes Büschel mit dem Öffnungswinkel dw aus, das an einer beliebigen Stelle seiner nach dem Prinzip der kürzesten Zeit konstruierten Bahn die lineare Breite ds' besitzen soll. Wir lassen dann umgekehrt von einem Punkte des Linienelementes ds' ein zweites unendlich dünnes ebenes Büschel in der durch ds' und die Bahn im zweiten Punkte gelegten Ebene ausgehen und zwar so, dass die Achsen zusammenfallen. Der Winkel dieses Büschels im zweiten und die lineare Breite im ersten Punkte seien dw' resp. ds; dann lautet der Satz: $n\,ds\,dw = (\quad\cdot\quad)'$.

Die Klammer nebst Accent bedeutet, dass alle links vorkommenden Grössen den Accent bekommen sollen; n und n' sind die Brechungsexponenten des Mediums im ersten resp. zweiten Punkte.

1) Eine eingehendere Darstellung wird später gegeben werden.

Steht das Linienelement (jetzt dl bezeichnet) nicht senkrecht zum Büschel, sondern bildet seine Normale mit diesem den Winkel w, so lautet der Satz:

$$n \cos w \, dw \cdot dl = (\qquad)'.$$

II. Satz für räumliche Büschel. Setzen wir an Stelle der beiden ebenen Büschel zwei räumliche mit den Öffnungswinkeln $d\omega$ und $d\omega'$ und bezeichnen ihre Querschnitte in den beiden Punkten mit dq und dq', so lautet der entsprechende Satz:

$$n^2 d\omega \, dq = (\qquad)'.$$

Bildet die Normale des Flächenelementes (jetzt mit df bezeichnet) mit dem Büschel den Winkel ϑ, so tritt an die Stelle der letzten Gleichung:

$$n^2 \cos \vartheta \cdot d\omega \cdot df = (\qquad)'.$$

Beweis.

Der Beweis für die beiden Sätze ergiebt sich leicht aus dem Prinzip der kürzesten Zeit, z. B. wenn man ähnliche Wege geht, wie Kirchhoff und Clausius in ihren bekannten Abhandlungen.

Legt man in die Ausgangspunkte der Büschel rechtwinklige ebene Koordinatensysteme, deren xz-Ebenen mit den Büschelebenen zusammenfallen und deren z-Achsen in die Richtung der Lichtstrahlen fallen, bezeichnet ferner mit c die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raume und mit T die Lichtzeit zwischen den beiden Punkten, so erhält man unmittelbar

$$n \frac{dw}{ds'} = n' \frac{dw'}{ds} = c \frac{\partial^2 T}{\partial x \partial x'},$$

oder:

$$n \, dw \, ds = (\qquad)'.$$

Behalten wir bei räumlichen Büscheln Anfangspunkte und Lage der z-Achsen für die Koordinatensysteme bei, so findet man analog für die Verhältnisse zwischen den Öffnungswinkeln und den Querschnitten:

$$n^2 \frac{d\omega}{dq'} = n'^2 \frac{d\omega'}{dq} = c^2 \left\{ \frac{\partial^2 T}{\partial x \, \partial x'} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial y \, \partial y'} - \frac{\partial^2 T}{\partial x \, \partial y'} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x' \, \partial y} \right\},$$

oder

$$n^2 d\omega \, dq = (\qquad)'.$$

Es ist merkwürdig, dass Kirchhoff und Clausius die obigen Sätze und speziell den für räumliche Büschel übersehen oder mindestens ihre Formulierung unterlassen haben. Bei Clausius ist dies vielleicht dadurch zu erklären, dass er von vornherein darauf ausging, die Beziehung zwischen den Büschelelementen in konjugierten Punkten festzulegen. Jedenfalls hatten die genannten Autoren den zum Beweise des Satzes nötigen Apparat so vollständig in der Hand, dass Herr Professor Abbe — der, wie er mir mitteilte, den auf räumliche Büschel bezügl. Satz schon seit längerer Zeit kannte — geradezu der Meinung war, der Satz stehe bei Kirchhoff oder Clausius.

Die obigen Sätze, oder wenigstens der auf räumliche Büschel bezügliche, scheinen unter energetischen Gesichtspunkten betrachtet — eine kleine Überlegung benötigt das Vorkommen der Brechungsexponenten — ohne weiteres klar und in der That wurden die Sätze zunächst energetisch gefunden bei einem Versuche, Homologien von allgemeinen Sätzen der geometrischen Optik einerseits, und der Interferenz- und Beugungstheorie andererseits zu finden.

Immerhin dürfte es wohl richtiger sein, einen sozusagen geometrischen Satz möglichst allein mit mathematischen Hilfsmitteln zu beweisen.

Man kann fragen, ob es noch weitere so allgemeine Sätze bei Voraussetzung des Prinzips der kürzesten Lichtzeit giebt. Nun, das lässt sich leicht erkennen, dass es keine weiteren Sätze giebt, die nur die oben vorkommenden Büschelelemente, nämlich Öffnungswinkel und Breite, resp. Querschnitt, sowie die Brechungsexponenten enthalten.

Anwendungen.

I. Auf die Photometrie. Die photometrischen Gesetze erscheinen bekanntlich in der theoretischen Behandlung sehr einfach, thatsächlich aber werden in der Handhabung noch jetzt vielfach Missgriffe begangen. Es ist nun ein besonderer Vorzug dieser Sätze, sich mit grösster Leichtigkeit auf photometrische Fragen anwenden zu lassen. Natürlich muss bei der Verwendung die Voraussetzung erfüllt sein, dass das Licht in dem benutzten Gebiete auf kürzesten Bahnen läuft. Dass die Sätze so bequem anwendbar sind, liegt einmal an ihrer einfachen Form, andererseits aber und in erster Linie darin, dass es sich bei ihnen nicht um eine spezielle Beziehung, wie z. B. von Objekt und Bild, sondern um eine allgemeine zweier nach dem Prinzip der kürzesten Lichtzeit zugeordneter Raumelemente handelt.

Nur durch ein einfaches Beispiel möchte ich an dieser Stelle die bequeme Anwendungsfähigkeit der Sätze für Aufgaben der Photometrie beweisen.

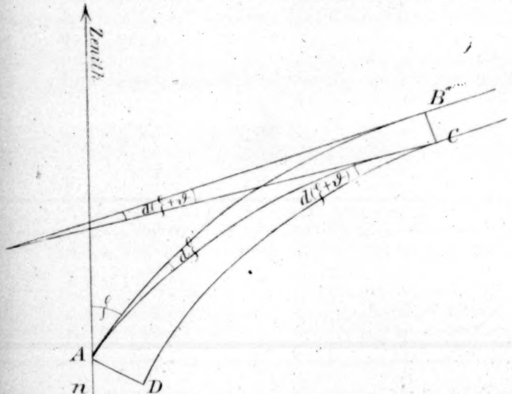
Hat man eine kleine leuchtende Fläche und ein beliebiges optisches System, so wollen wir die bekannte Frage beantworten, welche spezifische Intensität besitzt eine beliebige hinter oder zwischen dem Linsensystem gelegene Fläche, d. h. wieviel Licht strahlt die Flächeneinheit dieser Fläche unter dem räumlichen Öffnungswinkel 1 aus. Bezeichnet man die spezifische Intensität der Lichtquelle und der Fläche mit L und L', das Flächenelement den Strahlungswinkel und mit dq und $d\omega$, ferner die diesen nach dem Prinzip der kürzesten Lichtzeit zugeordneten Grössen mit $d\omega'$ und dq', so ist, von Reflexions- und Absorptionsverlusten abgesehen:

$$L\, d\omega\, dq = (\quad)'.$$

Andererseits ist aber nach dem obigen Satz für räumliche Büschel:

$$n^2\, d\omega\, dq = (\quad)'$$

und man erhält somit das bekannte Resultat. Die spezifischen Helligkeiten der Lichtquelle und einer beliebigen vom Lichte dieser durchsetzten Fläche, verhalten sich direkt wie die Quadrate der Brechungsexponenten. Durchsetzt die Fläche also an irgend einer Stelle einen Körper, so ist die spezifische Intensität im Verhältnis des Quadrates des Brechungsexponenten des Körpers gesteigert.



II. Anwendung auf die Dioptrik der Atmosphäre. Vor einigen Jahren hat Herr A. Gleichen [1]) untersucht, wie ein cylindrisches Strahlenbündel, das in die Atmosphäre der Erde eintritt, darin modifiziert wird. Das Büschel wird astigmatisch. Es kamen einige interessante Konsequenzen heraus: die Helligkeit der Sterne im Zenith ist grösser, als sie ohne Atmosphäre wäre, bei 60° ist die Helligkeit die gleiche, dann nimmt sie schnell ab und beträgt am Horizont nur 83 Proz.

Die Berechnung der Querschnittsänderung, die ein solches unendlich dünnes Strahlenbüschel erfährt, ist nicht auf sehr einfachem Wege erfolgt. Die einfache Endformel, zu der Herr Gleichen kam, schien mir aber zu beweisen, dass auch ein einfacher Beweis existieren müsste.

Eine durch den unendlich fern gedachten Stern und durch den Mittelpunkt der Erde gelegte Ebene soll Meridionalebene heissen, jede dazu senkrechte Sagittalebene. Die Bestimmung des Verhältnisses der Breiten der Büschel im Sagittalschnitt macht nun, wie man leicht sieht, keinerlei Schwierigkeiten, wohl aber die im Meridionalschnitt. Nach dem obigen für ebene Büschel geltenden Satz lässt sich diese Bestimmung reduzieren auf die Bestimmung des Verhältnisses der vorkommendem Winkel dw und dw'.

Wir legen (vergl. Fig.) von dem einen, z. B. oberen Ende des ersten linearen Querschnittes nach dem andern, d. h. unteren des zweiten einen Hilfslichtweg und denken uns die Mitte des Auges in den Schnittpunkt der Lichtwege AB u. AC gebracht; die scheinbare Zenithdistanz der Lichtwege nennen wir $d\xi$. Ferner legen wir an der Stelle des Eintritts in die Atmosphäre an den obern Lichtweg und den Hilfslichtweg Tangenten, dann ist der Winkel dieser Tangenten, wenn man die Refraktion mit ϑ bezeichnet, $d(\zeta + \vartheta)$. Hiermit ist die Aufgabe im wesentlichen gelöst; für das Verhältnis der Querschnitte erhält man dann leicht die von Herrn Gleichen gegebene Formel:

$$\frac{q}{q'} = \frac{\sin(\zeta + \vartheta)}{n^2 \sin \zeta}\left[1 + \frac{d\vartheta}{d\zeta}\right],$$

worin n den Brechungsexponenten am Beobachtungsorte bedeutet.

III. Anwendung auf die Abbildungslehre. In den obigen Sätzen war immer vorausgesetzt, dass die betrachteten ebenen oder räumlichen Büschel in den angeordneten Punkten lineare oder flächenhafte Querschnitte von der gleichen Grössenordnung wie die Winkel besässen. Man kann aber auch die bisher ausgeschlossenen Fälle, in denen also ein Schneiden der Strahlen eintritt, mit hereinziehen. Zu diesem Zwecke hat man nichts weiter zu thun, als den Satz noch ein zweites Mal anzuwenden, indem man dem zweiten Ort die Schnittpunktsstellen zuordnet. Wir wollen hier auch für räumliche Büschel nur den einfachsten Fall behandeln, in dem die von dem ersten Punkte homocentrisch ausgehenden Lichtwege sich wieder homocentrisch vereinigen. Wie man sieht, ergeben sich als Beziehungen in konjugierten Punkten die Sätze:

$$n \cos w \,.\, dw \cdot dl = (\quad)'$$
$$n^2 \cos \vartheta\, d\omega\, df = (\quad)'.$$

Die Sätze bleiben also vollständig bestehen, nur die Beziehungen der Elemente haben sich geändert; den Winkel-, Linien- und Flächen-Elementen entsprechen jetzt solche derselben Art.

Man sieht unter anderem folgende Konsequenzen: Soll in einem ebenen Büschel von endlicher Öffnung ein Linienelement von allen unendlich dünnen Teilbüscheln mit gleicher Vergrösserung abgebildet werden, so gilt eine Art Sinussatz. Dieser Satz scheint also nichts

1) Verh. der deutschen Phys. Gesellschaft. II. Jahrg. Nr. 2 und 16, 1900.

Spezifisches für centrierte Linsensysteme zu sein, sondern auch noch anderweitige Gültigkeit zu haben.

Würde ein vom ersten Linienelement normal ausgehender Lichtweg auf das zweite Linienelement ebenfalls normal auftreffen, so würde der Sinussatz in der gewöhnlichen Form gelten. Ähnliche Betrachtungen lassen sich für räumliche Büschel anstellen, doch soll dies hier nicht geschehen.

Nun noch eine Bemerkung. Aus dem Satz für räumliche Büschel gewinnt man für centrierte Systeme sofort den Sinussatz, worauf nur hingedeutet zu werden braucht. Der geometrische Charakter des Sinussatzes, — als Bedingung dafür, dass die Abbildung eines auf der Achse gelegenen Flächenelementes durch alle Zonen mit gleicher Vergrösserung erfolge —, ist ebenso wie bei dem im Handbuch der Physik gegebenen Beweise, ohne weiteres klar.

Helmholtz hat den Sinussatz energetisch bewiesen, aber bei aller Ehrfurcht vor Helmholtz und trotz des richtigen Resultates muss ich sagen, ich halte die Schlussweise nicht für korrekt. Denn er verallgemeinert den nur für unendlich dünne Büschel bewiesenen Satz über das Helligkeitsverhältnis von Objekt und Bild auf endlich geöffnete Büschel. Man muss, meiner Überzeugung nach, durch Kombination des Energiesatzes und des Sinussatzes den Satz über das Helligkeitsverhältnis beweisen, nicht aber, wie Helmholtz es gethan, aus Energiesatz und Helligkeitsverhältnis den Sinussatz ableiten.

(Vom Vortragenden durchgesehenes Stenogramm von Dr. B. Borchardt.)

(Eingegangen 8. Oktober 1902.)

K. Schreber (Greifswald), Die Theorie der Mehrstoffdampfmaschinen.[1])

Aus Rücksicht auf den Druck können Wasserdampfmaschinen nicht das ganze Temperaturgefälle ausnutzen, welches einer Dampfmaschine zur Verfügung stehen würde. Man hat deshalb das Prinzip der Dampfmaschine überhaupt verworfen und versucht, auf anderem Wege eine bessere Ausnutzung der Brennstoffe zu finden.

Ehe man das zu thun berechtigt ist, muss man vorher untersuchen, ob nicht die schlechte Wirkung der Wasserdampfmaschinen durch die, die Umwandlung der Wärmeenergie in Arbeit vermittelnde Flüssigkeit, das Wasser, bedingt ist. Mit anderen Worten, man muss untersuchen, welches die zum Betriebe von Dampfmaschinen günstigste Flüssigkeit ist.

Man erhält aus der bekannten Formel für den Wirkungsgrad einer Dampfmaschine mit vollständiger Expansion, wenn man annimmt, dass die spezifische Wärme der Flüssigkeit konstant und dass das Temperaturintervall, innerhalb dessen die Maschine arbeitet, nur klein sei:

$$\eta/\eta_c = 1 - c/r \cdot f(T_1, T_0),$$

wo η_c der Wirkungsgrad des zwischen denselben Temperaturen T_1 und T_0 verlaufenden Carnotschen Prozesses, c die spezifische und r die Verdampfungswärme der Flüssigkeit ist. $f(T_1, T_0)$ ist eine Funktion, welche wesentlich von $T_1 - T_0$ aber auch von T_1/T_0 abhängt und auch in untergeordnetem Masse Glieder mit c/r enthält.

Da die Theorie nachweist, dass der Carnotsche Prozess den günstigsten Wirkungsgrad zwischen zwei gegebenen Temperaturen hat, so wird diejenige Flüssigkeit die günstigste sein, für welche c/r den kleinsten Wert hat.

Ich habe nun eine Tabelle von Flüssigkeiten mit kleinen c/r zusammengestellt, in Bezug auf welche ich hier auf die in kurzer Zeit erscheinende ausführliche Darstellung meiner Theorie hinweisen muss. Aus ihr geht hervor, dass unter Berücksichtigung des Druckes überhaupt keine Flüssigkeit das ganze Temperaturintervall auszunutzen imstande ist. Man muss also zur gleichzeitigen Verwendung mehrerer Flüssigkeiten schreiten. Da nun, wie die erwähnte Tabelle lehrt, Wasser von allen Flüssigkeiten die günstigste ist, — Papin hat also durch Zufall gerade die passendste Flüssigkeit erfasst —, so wird man sich so einrichten, dass man in jeder Mehrstoffdampfmaschine das Wasser verwendet. Man muss dann für die Temperaturen unterhalb der dem Wasser zugänglichen das Äthylamin anwenden und für die unmittelbar darüber liegenden das Anilin. Da man mit den gesättigten Dämpfen des letzteren bis zu Temperaturen von 300 bis 320° gelangen kann, so habe ich es nicht für nötig gehalten, nach Flüssigkeiten für noch höhere Temperaturen zu suchen.

Aus diesen drei Flüssigkeiten kann man als Beispiel eine Dreistoffdampfmaschine zusammenstellen, welche durch das Schema:

310° Anilin 190° Wasser 80° Äthylamin 20°

dargestellt ist. In diesem steht jede Flüssigkeit zwischen den Temperaturen, zwischen denen ihre gesättigten Dämpfe arbeiten. Da die Überhitzung schädlich ist — die Überhitzungswärme wird ja bei steigender Temperatur aufgenommen — so werden im Schema nur die Temperaturen der gesättigten Dämpfe berücksichtigt.

Liegen für die zu benutzenden Flüssigkeiten ausführliche Dampftabellen vor, so ist der Wirkungsgrad der betreffenden Stufe nach der bekannten Formel zu berechnen. Hat man aber

1) Abteilung 3, am 24. September.

noch keine Dampftabelle, so muss man den Wirkungsgrad schätzen mit Hilfe der Gleichung

$$\frac{\eta_c - \eta_x}{\eta_c - \eta_w} = \frac{(c|r)_x}{(c|r)}$$

in welcher η_x der Wirkungsgrad der zu untersuchenden Flüssigkeit, $(c|r)_x$ der Wert des kritischen Bruches für diese Flüssigkeit ist; η_w bezw. $(c|r)_w$ sind die entsprechenden Werte für eine Flüssigkeit, für welche eine Dampftabelle existiert. Wegen des Geltungsbereiches dieser Gleichung muss ich wieder auf die ausführliche Darstellung verweisen.

Den Gesamtwirkungsgrad einer Mehrstoffdampfmaschine erhält man, indem man berücksichtigt, dass der zweiten und den folgenden Stufen nicht nur die Wärmeenergie zugeführt, welche die vorhergehenden als durch sie nicht mehr verwandelbar abgeben, sondern auch noch diejenige, welche die Heizgase abgeben können, wenn sie sich um die den höchsten Temperaturen zweier aufeinanderfolgender Stufen entsprechende Temperaturdifferenz abkühlen.

Von dem Maximum der aus den Heizgasen zu gewinnenden Arbeit, welches durch eine Dampfmaschine mit einer idealen Flüssigkeit gewonnen werden kann, liefert die angeführte Dreistoffdampfmaschine theoretisch 65 Proz. Praktisch ist natürlich die Ausbeute geringer, namentlich die Überhitzung, welche nötig ist, um die günstigen indizierten Wirkungsgrade zu erzielen, drückt den Gesamtwirkungsgrad ganz bedeutend herunter; in dem von mir durchgerechneten Beispiel um 10 Proz. seines Wertes. Es ergiebt sich, dass unter Berücksichtigung der Verluste durch die Feuerung 2800 Kal. Kohle auf dem Roste nötig sind für eine Pferdestärkenstunde; während die besten Wasserdampfmaschinen 5000 Kal./PS auf dem Roste und die besten Generatorgasmotoren 3200 Kal./PS im Generator gebrauchen.

Da in der Rechnung sicherheitshalber die indizierten Wirkungsgrade sehr niedrig angenommen worden sind, also noch bedeutend verbessert werden können, so ist somit die Dampfmaschine der einzig rationelle Wärmemotor für den Grossbetrieb.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 11. Oktober 1902.)

R. Blochmann (Kiel), Ein neues System der sogen. drahtlosen Telegraphie: die Strahlentelegraphie.[1]

Die Fortschritte, welche auf dem Gebiete der Telegraphie mittels elektrischer Wellen in der letzten Zeit gemacht worden sind, bewegten sich fast ausschliesslich nach der Richtung hin, die Entfernung, bis auf welche Telegramme gesendet werden können, so gross wie möglich zu machen. Vielleicht waren es gerade die hierbei nach und nach erreichten Erfolge, welche bewirkten, dass wesentlich nur nach dieser Richtung hin weiter gearbeitet worden ist, und dass man eine genauere Betrachtung der Vorgänge, welche sich zwischen zwei Stationen der Wellentelegraphie im Zwischenmedium abspielen, und erfolgreiche Bestrebungen, die der Wellentelegraphie im allgemeinen in ihrer jetzigen Ausbildung noch anhaftenden prinzipiellen Nachteile zu beseitigen, bisher unterliess. Als solche Nachteile hat man es zu bezeichnen: 1. dass von einer Sendestation aus die Telegramme nach allen Richtungen des Horizonts sich verbreiten, so dass also eine Geheimhaltung des Telegraphierens unmöglich ist; 2. dass an einer Empfangsstation Telegramme oder überhaupt Zeichen registriert werden — ganz abgesehen von den durch atmosphärische Störungen hervorgerufenen —, welche aus einer jeden beliebigen Richtung herkommen, so dass also von fremder Seite solche Störungen herbeigeführt werden können, welche eine beabsichtigte Verständigung zwischen zwei bestimmten Stationen durchaus ausschliessen; endlich ist es nicht möglich, was oft sehr erwünscht wäre, die Richtung zu bestimmen, aus welcher die von den Registrierapparaten einer Empfangsstation einlaufenden Telegramme herkommen. Das Vorhandensein dieser Nachteile ist prinzipiell verbunden mit der Anwendung der Antennen, der in den Luftraum emporgeführten Verstärkungsdrähte, seit deren Einführung übrigens der Name „drahtlose Telegraphie" für die elektrische Wellentelegraphie besonders ungerechtfertigt erscheinen muss.

Der Vortragende suchte nun durch die Wahl und Anwendung eines anderen Verstärkungsmittels für elektrische Strahlen an Stelle der Antennen die obengenannten, bei der Verwendung von Antennen notwendigerweise auftretenden Nachteile zu beseitigen, und fand als ein hierfür geeignetes Mittel die Benutzung von linsenförmigen Körpern aus einem passenden Materiale, nämlich einem solchen, dessen Dielektrizitätskonstante möglichst gross ist, also z. B. Harz, Glas, Paraffin etc. Besonders interessant und wichtig für die praktische Verwendung ist hierbei die auch vom Vortragenden bei seinen Versuchen zur Erprobung der von ihm schon vor längerer Zeit in den Patentschriften niedergelegten theoretischen Betrachtungen wahrgenommene Thatsache, dass die Dimensionen solcher Linsen durchaus nicht gross zu sein brauchen gegenüber den zur Anwendung gebrachten Wellenlängen. Mit Linsen von nur 80 cm Durchmesser gelang es ihm unter Verwendung von etwa 20 cm langen Wellen, kilometerweite Entfernungen zu überstrahlen.

In der Art der Generatoren und der Detektoren für elektrische Strahlung unterscheidet

[1] Abteilung 3, am 23. Septbr.

sich das System des Vortragenden in nichts von den bisher bekannten, vielmehr liegt in der gegenseitigen Anordnung derselben, unter Fortfall der Antennen, dessen Eigentümlichkeit. Die Sendestation enthält demgemäss die für die Erzeugung elektrischer Strahlung erforderlichen Apparate in einer metallischen Kammer untergebracht, welche an einer Stelle eine Linse vorbeschriebener Art enthält. Dadurch wird es erreicht, dass elektrische Wellenzüge 1. nur durch die Linse austreten können, und 2. dass sie beim Durchgang durch diese Stelle konzentriert und gerichtet werden.

Auf diese Weise wird die von den Erregerapparaten erzeugte elektrische Energie längs der Achse der Linse zusammengehalten und kann also auf grössere Entfernungen hin noch die dort aufgestellten Detektoren bethätigen. Diese Einwirkung der gerichteten Wellenzüge oder Strahlen auf die am Empfangsorte aufgestellten Detektoren wird wiederum verstärkt dadurch, dass sie durch eine ebensolche Linse hindurchgehen, ehe sie den eigentlichen Detektor erreichen, welcher im Brennpunkte jener Linse aufgestellt ist. Abgesehen von dieser doppelten Verstärkung, oder besser gesagt: Zusammenhaltung der Strahlungsenergie wird aber bei diesem System erreicht, dass die Wellenzüge zwischen beiden Stationen und nur zwischen diesen Stationen in im allgemeinen geradliniger Fortpflanzung sich bewegen. Die Sendestation ähnelt demgemäss einem optischen Scheinwerfer, und die Empfangsstation einem menschlichen Auge; und da die elektrischen Wellenzüge in der That die Eigenschaften der Lichtstrahlen besitzen, kann man berechtigterweise dieses System der Wellentelegraphie kurzweg als „Strahlentelegraphie" bezeichnen.

Charakteristisch ist für die Strahlentelegraphie, dass für den direkten Nachrichtenaustausch die beiden in Verkehr tretenden Stationen gewissermassen gegenseitig sichtbar sein müssen, d. h. dass kein für elektrische Wellen Schatten bildender Gegenstand in der geraden Verbindungslinie beider Stationen sich befinden darf. Holzwände z. B. oder namentlich Nebel bilden ein solches Hindernis erfahrungsgemäss nicht. Dass dies Nebel nicht thut, ist besonders wichtig, weil er die Überlegenheit der elektrischen Strahlentelegraphie gegenüber allen optischen Telegraphiermethoden, zu welchen auch die sogenannte drahtlose Telephonie zu rechnen ist, kennzeichnet. Durch Einschaltung von Relais-Stationen, d. h. von Stationen, an welchen einlaufende Depeschen automatisch auf einen neuen Sendeapparat übertragen werden, lässt sich übrigens die Entfernung, welche mittels der Strahlentelegraphie überbrückt werden kann, auf eine beliebige Grösse steigern, wenn nur Punkte für Relais-Stationen gewonnen werden können. Durch eine geeignete Wahl der Orte für diese Relais-Stationen kann hierbei erreicht werden, dass z. B. über ein Gebirge hinweg oder um dasselbe herum ein störungsfreier und geheimer strahlentelegraphischer Verkehr aufrecht erhalten werden kann. Hervorgehoben mag überdies werden, dass, da ja die eigentlichen Radiator- und Empfängerapparate dieselben sind, jede Station für Strahlentelegraphie auch mit einer Antenne versehen sein kann, welche im Bedarfsfalle beliebig angeschaltet werden kann, wenn direkt auf sehr grosse Entfernungen oder absichtlich im ganzen Umkreise Telegramme entsendet werden sollen. Für den Nahverkehr bleiben dann — nach Abschaltung der Antennen — die Vorteile der Strahlentelegraphie gegenüber den bisherigen Systemen der Wellentelegraphie: die Störungsfreiheit und die Geheimhaltung vollkommen aufrecht erhalten.

Endlich sei noch auf eine besondere Eigenschaft des neuen Systems hingewiesen, die darin besteht, dass man die Richtung der an einer Empfangsstation eintreffenden elektrischen Strahlen sehr genau bestimmen kann. Kommen solche Strahlen parallel zur Achse der Linse an der Empfangsstation an, so werden sie im Brennpunkte der Linse vereinigt und von dem dort befindlichen Detektor zur Wahrnehmung gebracht. Strahlen aber, deren Richtung einen Winkel zur Linsenachse bildet, werden nicht im Brennpunkte vereinigt; sie lassen also den dort aufgestellten Detektor — wenn die Winkelabweichung hinreichend gross ist — unbeeinflusst, sie können aber wohl von einem in dem neuen Strahlenvereinigungspunkte befindlichen Detektor zur Wahrnehmung gebracht werden. Bringt man demgemäss nicht einen, sondern mehrere Detektoren für elektrische Strahlung in der Kammer der Empfangsstation an, so wie ja auch die Netzhaut des menschlichen Auges aus sehr vielen einzelnen lichtempfindlichen Organen besteht, so kann man gewissermassen die vor der Linse liegende Gegend elektrisch abbilden im Innern der Kammer der Empfangsstation, allerdings nicht mit der beim Auge oder der photographischen Kamera erreichbaren Genauigkeit, aber doch, wie die Versuche gezeigt haben, mit einer bis auf einige Winkelgrade herabgehenden Genauigkeit. Man braucht hierbei keineswegs die gesamten Empfangsapparate, sondern nur die eigentlichen Detektoren in einer Mehrzahl in der Kammer der Empfangsstation anzuordnen, wenn ein Apparat hinzugefügt wird, welcher anzeigt, welcher von den Detektoren jeweilig in Thätigkeit versetzt wurde.

In dieser Ausbildungsform stellt die Strahlentelegraphie einen Fortschritt dar, welcher von keinem der bisher angewandten

Systeme[1]), auch bei deren grösster Vervollkommnung erreichbar, weil prinzipiell ausgeschlossen ist: nämlich die Möglichkeit, den Ort von Schiffen bei Nebel genau festzustellen, sobald das Schiff nur im Bereiche von zwei Stationen für Strahlentelegraphie sich befindet, was ja bei einer weiteren Verbreitung der Strahlentelegraphie gerade an den besonders gefahrdrohenden Küsten zweifellos der Fall sein wird. Für die Verbreitung der Strahlentelegraphie ist es übrigens sicher von ausschlaggebender Bedeutung, dass bei einer erheblichen Vermehrung der Stationen für gewöhnliche Wellentelegraphie, welche nicht nach bestimmten Richtungen hin arbeiten, bald unmöglich sein wird, einen geordneten Verkehr aufrecht zu erhalten in einem bestimmten Bezirke, z. B. bei stark frequentierten Schiffahrtsstrassen, weil die gegenseitige Störung vieler in einem solchen Bezirke befindlicher und gleichzeitig arbeitender Stationen zunächst zu Unzuträglichkeiten und schliesslich zur Unmöglichkeit akkurate und geheimbleibende Telegramme zu erhalten, führen muss.

1) Einen Überblick über die verschiedenen Systeme bietet: R. Blochmann, Die Entwickelung der asymptotischen Telegraphie (sog. „Telegraphie ohne Draht"). Berlin, Verlag von E. S. Mittler & Sohn.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 11. Oktober 1902).

V. Conrad (Wien), Praktische Erfahrungen mit dem Benndorfschen mechanisch-registrierenden Elektrometer (mit Demonstration).[1])

An einigen der grössten Stationen des österreichischen meteorologischen Netzes sind Benndorfsche selbstregistrierende Elektrometer zur automatischen Aufzeichnung des Ganges der Luftelektrizität aufgestellt. Es war daher der Vortragende von der Wiener meteorologischen Centrale delegiert worden, den neuen Apparat der Naturforscherversammlung vorzuführen. Für den Apparat sprach die Thatsache, dass der Vortragende im stande war, trotz karg bemessener Vorbereitungszeit, das Registrierinstrument bereits in voller Funktion (von einer Radiumelektrode betrieben) in der Sektionssitzung vorzuführen. Der Apparat, sowie seine Bedienung, Eichung etc. wurden kurz beschrieben. Der Vortragende bedauert, noch nicht über eine Arbeit berichten zu können, die der Erfinder des Apparates, Herr H. Benndorf, gemeinsam mit dem Vortragenden über die Genauigkeit und Tauglichkeit des Instrumentes, sowie über die Verwendbarkeit von Radiumelektroden begonnen hat, da dieselbe noch zu keinem endgültigen Ergebnisse geführt wurde. Bezüglich der Radiumelektroden ist zu bemerken, dass dieselben auf Grund einiger Versuche nur einen sehr kleinen Wirkungskreis haben und daher keineswegs andere luftelektrische Untersuchungen, welche in halbwegs grosser Entfernung angestellt werden, beeinträchtigen. Zum Schlusse wurden einige typische Registrierkurven (wolkenloser Tag, ganz bedeckter Tag, Tag mit Gewitter etc.) besprochen, von denen namentlich eine Kurve von Interesse war, die die starke Einwirkung des staubbeladenen Stadtwindes auf den Gang des Potentials zeigte.

1) Abteilung 6, 23. September.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 21. Oktober 1902.)

REFERATE.

Astronomie.

Besorgt von Prof. Dr. L. Ambronn.

Die 19. Versammlung der Astronomischen Gesellschaft in Göttingen.[1])

In den Tagen vom 4. bis 7. August dieses Jahres fand in Göttingen die XIX. Versammlung der Astronomischen Gesellschaft statt. Die Sitzungen wurden am 4. August vormittags 10 Uhr vom Vorsitzenden, Herrn Prof. Seeliger (München), in der Aula der Göttinger Universität eröffnet und es hiessen zunächst der Prorektor der Universität, der Vertreter der kgl. Staatsregierung und der Bürgermeister von Göttingen, sowie der Direktor der Sternwarte die Mitglieder der Gesellschaft willkommen. Nachdem Herr Seeliger gedankt, giebt derselbe den Bericht über die Thätigkeit des Vorstandes während der verflossenen zwei Jahre und über den gegenwärtigen Stand der Gesellschaftsangelegenheiten. Es sei hier nur daraus hervorgehoben, dass die Mitgliederzahl seit der letzten Zusammenkunft in Heidelberg um 12 zugenommen hat, sie beträgt gegenwärtig 375, von denen in Göttingen 63 anwesend waren, die höchste bisher vorgekommene Anzahl. Der Vorsitzende teilt sodann mit, dass aus der Lindemann-Stiftung bereits ein Preis für eine Kometenberechnung habe erteilt werden können und zwar an Herrn Dr. Scheller in Prag. Über die weitere Bearbeitung der Zonenkata-

1) Bericht über die 18. Versammlung: Diese Zeitschrift 2, 11, 1900.

loge erstattet Herr **Oudemans** Bericht; aus demselben geht hervor, dass die Kataloge für den nördlichen Himmel bis auf die Zone 70° bis 75° (Dorpat) fertiggestellt sind. Inkl. dieses noch fehlenden Teiles werden dann durch dieses Unternehmen circa 138200 Sterne bis zur 9. Grössenklasse beobachtet und bezügl. ihrer Positionen genau festgelegt sein. Herr **Müller** (Potsdam) berichtet dann über die von der Gesellschaft beabsichtigte Herausgabe eines Kataloges der „veränderlichen Sterne". Die Redaktion dieses Werkes liegt in den Händen der Herren G. **Müller** und E. **Hartwig** (Bamberg). Der Katalog wird 4 Abteilungen umfassen: 1. Sicher veränderliche Sterne; 2. Mutmassliche Veränderliche; 3. Veränderliche Sterne in Sternhaufen; 4. Neue Sterne. — Sodann legt Herr **Weiss** (Wien) den von Herrn **Kreutz** (Kiel) bearbeiteten Bericht über den Stand der Kometenbahnrechnungen vor. Es geht daraus hervor, dass die Gründung eines Recheninstitutes für die Bearbeitung der periodischen Kometen höchst wünschenswert ist, da die rechtzeitige Fertigstellung der nötigen Ephemeriden häufig mit Schwierigkeiten verbunden sei. Herr **Franz** (Breslau) bittet, auch den nicht mit der Sonnennähe zusammenfallenden Oppositionen des **Holmes**schen Kometen Beachtung zuzuwenden, da dessen eigentümliche Lichtverhältnisse ihn auch in grösserer Entfernung von der Sonne möglicherweise sichtbar werden lassen. Sodann folgt die Vorlegung des Kassenberichtes durch den Rendanten Herrn **Bruns** (Leipzig) und es werden die Vorschläge für den nächsten Versammlungsort gemacht. Als solche kommen Kopenhagen, Lund und Wien auf dahin erfolgte Einladung in Betracht. Wie hier vorausgeschickt werden mag, wurde in der nächsten Sitzung Lund gewählt, nachdem Herr **Weiss** seinen Antrag betr. Wien zurückgezogen hatte.

Vor Schluss der Sitzung machte noch Herr **Brendel** (Göttingen) einige Mitteilungen über das jetzt auf der Sternwarte eingerichtete „Gauss-Archiv", welches nachmittags besichtigt werden sollte, und Herr **Klein** (Göttingen) spricht noch kurz über die „Mathematische Encyklopädie" mit besonderer Bezugnahme auf deren astronomischen Teil und dessen voraussichtliche Einrichtung und Bearbeitung.

Am Montag Nachmittag folgten die Teilnehmer einer Einladung nach der Sternwarte, um diese zu besichtigen und einige besondere Veranstaltungen daselbst, u. a. eine Ausstellung astronomischer Instrumente, sowie das Gauss-Archiv in Augenschein zu nehmen. Die Aufnahme eines grossen Gruppenbildes schloss den Besuch der Sternwarte ab. Eine grössere Anzahl der Herren nahm noch das **Brendel**sche Privatobservatorium in Augenschein. Abends fand auf Einladung der kgl. Staatsregierung unter Vorsitz seiner Magnificenz des Herrn Prorektors im Hotel „Englischer Hof" ein Festessen statt.

Am zweiten Sitzungstag berichtete zunächst Herr **Wislicenus** (Strassburg) über den „Astronomischen Jahresbericht", dessen vorzügliche Gestaltung allgemeine Anerkennung fand. Sodann sprach Herr **Brendel** über die Herausgabe von „Gauss' Werken" und knüpfte daran einige Mitteilungen über die Geschichte der Entstehung der Arbeiten von **Gauss**. Die Versammlung beschliesst, am Grabe von **Gauss** einen Kranz niederzulegen.

Herr **Callandreau** (Paris) spricht über einige Resultate, die statistische Betrachtungen der Elemente der kleinen Planeten geliefert haben. Eines der wichtigsten ist, dass die Häufigkeit der kleinen Planeten in ihrer Gruppierung um die Sonne dem Gesetze der Wahrscheinlichkeit entspricht, wenn man als Abstände nicht die halben grossen Achsen der Bahnen, sondern die Apheldistanzen zu Grunde legt.

Hierauf spricht Herr **Darwin** über die Stabilität gewisser „birnförmiger" **Poincaré**scher Gleichgewichtsfiguren, und Herr **Wolf** (Heidelberg) macht Mitteilung über die bemerkenswerte Gruppierung von Nebelflecken in dem Sternbilde „Coma Berenice", welche sich nicht nur auf die Anzahl und Verteilung der Nebel, sondern, wie es scheint, auch auf die Gestalt und Orientierung der Längsachse der meist elliptisch gestalteten Nebelflecke bezieht. Nachdem noch Herr **Courvoisier** (Heidelberg) das Modell eines Apparates zur graphischen Berechnung der „Reduktion auf den scheinbaren Ort" erläutert hat, erhält Herr **Pulfrich** (Jena) das Wort zu einem längeren, interessanten Vortrag über den von ihm konstruierten „Stereokomparator". Der Apparat soll dazu dienen, auf Grund der Ausnutzung des stereoskopischen Sehens Entfernungsbestimmungen von Gestirnen vornehmen zu können. Der Apparat selbst war auf der Sternwarte aufgestellt und wurde dort von Herrn **Pulfrich** eingehend demonstriert. Nach einer Mittagspause wurden im grossen Hörsaale des Chemischen Instituts von Herrn Geh.-Rat **Riecke** und Herrn Dr. **Kaufmann** Vorträge über die Elektronentheorie gehalten, welche sich auf die Annahme einer elektromagnetischen, mit der Geschwindigkeit veränderlichen Masse zuspitzten.[1]) Daran anschliessend demonstrierte noch Herr **Wolf** mit Hilfe des Projektionsapparates einige Aufnahmen von Nebelflecken, Teilen der Milchstrasse und solcher von Kometen. Schliesslich hielt Herr **Lebedew** (Moskau) einen Vortrag über die Abweichungen vom **Newton**schen Gesetz und besonders über die Entstehung der Kometenschweife. (Vergl. d. Zeitschrift **4**, 15, 1902.)

---

1) Vgl. diese Zeitschrift **4**, 54 und 57, 1902.

Am Abend dieses Tages versammelten sich die Mitglieder der Gesellschaft auf Einladung der Stadt Göttingen zu einem Abendtrunke in der festlich geschmückten Rathaushalle.

Donnerstag, der 6. August, war einem Besuche der Stadt Kassel gewidmet. Vor allem wurde dort die Sammlung älterer astronomischer Instrumente besichtigt, die ihren Ursprung auf die einstige Sternwarte des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen zurückführt. Nachmittags wurde ein gemeinschaftlicher Ausflug nach Wilhelmshöhe unternommen und abends kehrten die Teilnehmer wieder nach Göttingen zurück, um am Morgen des 7. August in einer dritten wissenschaftlichen Sitzung die XIX. Tagung der Astronomischen Gesellschaft zu beschliessen.

In dieser dritten Sitzung macht zunächst noch Herr Klein einige Mitteilungen über verschiedene Göttinger wissenschaftliche Institute, die der angewandten Mathematik dienen, sodann spricht Herr Lowell über die Notwendigkeit für die verschiedene Durchsichtigkeit der Luft eine allgemeine Skala einzuführen, da diese namentlich bei Helligkeitsschätzungen u. s. w. eine grosse Rolle spiele. Herr H. G. van de Sande-Bakhuyzen (Leiden) macht über eine Reihe von Versuchen Mitteilung, welche sich auf die Erklärung der „persönlichen Gleichung" beziehen und welche die Abhängigkeit derselben von physiologischen und objektiven Einflüssen bestätigen. — Herr Charlier (Lund) legt zunächst sein neues Werk „Mechanik des Himmels" vor und sodann macht er über seine Studien Mitteilung, die sich auf die Orientierung alter Kirchen nach den Himmelsrichtungen beziehen und die ihn auf die Annahme geführt haben, dass bei der Absteckung der Längsachsen der Aufgang der Sonne massgebend gewesen sei, wie dieser an dem Tage erfolgt sei, der demjenigen Heiligen gewidmet werde, dem die betr. Kirche als Schutzpatron geweiht sei.

Herr Kostersitz (Graz) erstattet Bericht über den Stand der Angelegenheit der Errichtung eines Höhen-Observatoriums im Gebiete des Schneeberges bei Wien. — Herr Newcomb (Washington) macht darauf aufmerksam, dass es sich wahrscheinlich nur lohnen werde, solche Sterne zur Bestimmung ihrer Parallaxe auszuwählen, welche auch schon durch eine grössere Eigenbewegung sich auszeichnen, dass dagegen andere Gestirne wenig Erfolg versprechen dürften. Herr Ebert spricht über seine Unternehmungen betr. das Dreikörper-Problem und Herr Franz (Breslau) betont die Wichtigkeit der regelmässigen Meridianbeobachtungen des Mondes mit Hilfe der Beobachtung des Kraters Mösting für die Theorie der Mondbewegung und spricht sodann noch über neuere Messungen an Mondphotogrammen, die er an Aufnahmen der Licksternwarte vorgenommen hat. Herr Ristenpart (Berlin) ersucht, die Beobachtungen des Sternes Grombridge 1830 wegen dessen eigentümlicher Eigenbewegung fortzusetzen. — Weiterhin hält Herr Folie (Brüssel) zwei Vorträge über das von ihm speziell behandelte Thema der sogen. täglichen Nutation. Daran schliesst sich eine Mitteilung des Herrn Ambronn, aus welcher hervorgeht, dass die von Prof. Schur und ihm selbst seit 12 Jahren regelmässig fortgesetzten Messungen des Sonnendurchmessers mit dem Repsoldschen Heliometer keinerlei Anhalt für eine periodische Veränderung des Sonnendurchmessers, die etwa mit der Fleckenperiode im Zusammenhang steht, haben erkennen lassen. — Herr Heyde (Dresden) giebt eine durch photographische Ansichten erläuterte Beschreibung der neuen Engelhardt-Sternwarte in Kasan, wie sie unter Leitung des Herrn Dulingo (Kasan) dort nach ihrer Überführung von Dresden erbaut worden ist. — Zum Schluss berichtet Herr Weiss (Wien) über bestimmte Katalogarbeiten, die auf der Wiener Sternwarte ausgeführt werden und giebt sodann noch an der Hand einer grossen Anzahl von Photographien höchst interessante Aufschlüsse über altindische Sternwarten, deren Ruinen er bei Gelegenheit einer Expedition nach Indien zur Beobachtung der Leoniden kennen lernte. — Am Nachmittag fand noch eine eingehende Besichtigung des neuen geophysikalischen Instituts auf dem Hainberge statt, wobei der Leiter desselben, Herr Prof. Wiechert, die nötigen Erläuterungen gab. Am Abend versammelten sich die Teilnehmer an der Versammlung noch zu einem kleinen Abschiedsfeste auf dem „Rohns" bei Göttingen. L. Ambronn.

(Eingegangen 13. Oktober 1902.)

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. H. Th. Simon.

Das Selektorsystem.

Die Aufgabe, einen beliebigen von vielen in eine Leitung eingeschalteten Apparaten auswählend zu bethätigen, kann u. a. dadurch gelöst werden, dass jeder desselben nur durch eine bestimmte Aufeinanderfolge positiver und negativer Stromstösse befähigt wird, seinen Arbeitskontakt zu schliessen. Ein solches System wird in Amerika neuerdings für die mannigfaltigsten Fernschaltzwecke in Anwendung gebracht, beispielsweise zur Ein- und Ausschaltung der Primärwicklung leerlaufender Transformatoren, zur stundenweisen Fernzündung in Beleuchtungsnetzen, zur Telegraphie auf langen Leitungen

mit vielen Zwischenstellen, endlich zum automatischen Fernsprechnebenstellenbetrieb.

In der einfachsten Form besteht das System nur aus einem Geber (Transmitter) und einer Anzahl in eine Leitung einzuschaltender Empfänger (Selektoren). Elektromagnetische Hilfsrelais für Starkstrom kommen ausserdem da zur Anwendung, wo die Stärke und Spannung der zu schaltenden Ströme nicht gestattet, die feineren Kontakte der Geber und Empfänger direkt zu benutzen.

Der Transmitter besteht aus einer Anzahl auf einer gemeinsamen Achse angeordneter, zu einer Walze vereinigter Kontaktscheiben. Auf jeder Scheibenperipherie befinden sich Erhöhungen und Vertiefungen von solcher Art, dass Schleifbürsten abwechselnd Kontakt und Unterbrechung herstellen können, wenn die Walze durch ein Triebwerk in Umlauf versetzt wird. Ein Schleifbürstenpaar ist längs einer Führungsstange parallel zur Walzenachse verschiebbar; die eine Bürste veranlasst (eventuell durch Relais) die Entsendung eines positiven, die andere eines negativen Stromstosses. Der Transmitter gestattet somit dadurch, dass man das Bürstenpaar einem bestimmten Kontaktscheibenpaar gegenüberstellt und die Walze zu einmaligem Umlauf auslöst, automatisch eine bestimmte Folge von positiven und negativen Stromstössen in die Fernschaltleitung zu senden.

Der Selektor enthält einen vom Fernschaltstrom durchflossenen polarisierten Elektromagneten, der auf einen positiven oder negativen Stromstoss hin entgegengesetzte Bewegungen ausführt. Ein Arm, auf den sich diese Bewegungen übertragen, treibt mittels Schalthakens bei jedem positiven Stromstoss ein Zahnrad um einen Schritt weiter, wobei eine (später rückführende) Feder gespannt wird. Wird ein negativer Strom empfangen, so hebt der Arm den Schalthaken sowie einen Sperrhaken aus den Zahnkranz aus, das Rad könnte unter der Federwirkung in die Ruhelage zurückgehen. Mit dem Zahnrad ist aber noch ein Begleitrad starr verbunden, auf dessen Peripherie in bestimmten Abständen Einsinkstellen angeordnet sind, in welche ein zweiter Sperrhaken einsinken kann. Indem dieser einsinkt, weicht er zugleich dem rückstellenden Stosse des Elektromagnethebels aus, das Zahnrad bleibt gesperrt, und wenn wieder positive Stromstösse kommen, setzt es seinen Weg fort. Wenn aber der zweite Sperrhaken im Momente eines negativen Stromstosses keine Einsinkstelle gefunden hat, so wird auch er von dem rückstellenden Arm getroffen, ausgehoben, und das Zahnrad kehrt in die Ruhelage zurück.

Hiernach ist klar, dass man durch die Stromwechselfolge des Gebers und die Anordnung der Einsinkstellen auf dem Begleitrade die Bewegung des Selektorrades vollkommen beherrscht, und dass sich verschiedene Selektoren unter derselben Stromfolge verschieden weit drehen werden. Wenn dann in der Endstellung des Rades ein Kontakt zustande kommt, so wird damit ein Lokalstromkreis in Wirksamkeit gesetzt werden können. In diesen Lokalstromkreis können dann Relais angeordnet werden, die einen Starkstromschalter mit hinreichender Kraft und Hubweite bewegen.

Der Selektor scheint für einen ziemlich hohen Energiebedarf gebaut zu werden; nach einer Angabe des „Electrician", May 16, 1902 werden z. B. für einen Selektormagneten von 6 Ω Linien Ströme von 2 Amp. angewendet, entsprechend 24 Watt Verbrauch; allein offenbar kann man das Prinzip auch für die schwächsten Telegraphenströme benutzen, indem man ein empfindliches polarisiertes Relais in die Fernschaltlinie einführt, und erst die von diesem ausgelösten Lokalstromstösse auf den Selektormagneten wirken lässt. L. Rellstab.

(Eingegangen 10. August 1902.)

BESPRECHUNGEN.

S. Günther, Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert. (Das 19. Jahrhundert in Deutschlands Entwicklung, Bd. V.) XIX u. 984 S. Berlin, G. Bondi. 1901. 10 Mk.

„Als ein Wagnis muss es unter allen Umständen gelten, wenn man die Fortschritte eines ganzen Wissenszweiges bis zur Gegenwart herab verfolgen will." Bedenkt man, dass die anorganischen Wissenschaften Mathematik, Astronomie, Physik, Astrophysik, Geophysik, Chemie, physikalische Chemie, Mineralogie und Krystallographie, Geologie und eine Reihe von Grenzgebieten, darunter die technischen umfasst, so unterschreibt man gerne obigen Satz der Einleitung und geht mit Misstrauen an das Werk heran. Indes verwandelt sich dasselbe alsbald in eine rückhaltlose Bewunderung. Denn das gigantische Unterfangen eines einzigen Mannes," die Säkularbilanz aller dieser Wissenschaften zu ziehen, hat eine nach Inhalt und Form gleich staunenswerte Leistung zu Tage gefördert

Nachdem der Standpunkt der Naturwissenschaften um die Wende des 18. Jahrhunderts in grossen Zügen skizziert (Kap. I) und des sterilen naturphilosophischen Interregnums der Hegelianer gebührend Erwähnung gethan ist (Kap. II), sind der Physik folgende Kapitel gewidmet:

VI. Erdmessung und Erdphysik in der ersten Hälfte des Jahrhunderts.

VIII. Die Physik im Zeitalter vor Entdeckung des Energieprinzips.

XI. Der grosse Umschwung in der naturwissenschaftlichen Prinzipienlehre.

XII. Der Werdegang der Spektralanalyse.

XIV. Die Astrophysik.

XV. Die mechanischen Disziplinen in der neuesten Zeit.

XVI. Licht, Magnetismus, Elektrizität in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts.

XVII. Moderne Grenzgebiete der Physik.

XXIII. Erdmessung und Erdphysik in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts.

Von der ungemeinen Reichhaltigkeit, mit der der grosse Stoff dargeboten wird, und der übersichtlichen Disposition, geben schon die Kapitelinhaltsverzeichnisse einen Eindruck. Obwohl fast jeder Arbeiter genannt und jedes Arbeitsfeld in seinem Wachsen und seinen Früchten dargestellt wird, macht das Ganze überall den Eindruck eines aus einem Gusse hervorgegangenen Werkes, grosszügig konzipiert und klar herausgearbeitet. Man ist immer wieder erstaunt, mit welch feinem Verständnis, und wie richtiger Bewertung der Verfasser das Meer der Litteratur durchfährt und wie treffend er die grossen Entwicklungsströmungen darin zu verfolgen weiss. Demgegenüber bedeutet es wenig, was der eine oder andere immer zu bemängeln finden wird: dass hier etwas zu sehr unterstrichen, dass dort dieser oder jener zu kurz weggekommen sei. Wer eine Zeitgeschichte schreibt, muss gefasst sein, dass nicht alle Zeitgenossen mit ihm zufrieden sind. Und eine ganz objektive Warte giebt es nie für einen zeitgenössischen Autor: stets erscheinen die näheren Gipfel, die ihn eben täglich umgeben, deutlicher als alle die ferneren und gleichhohen. Das wird niemand Verständiges, weder hier noch sonst, zu einem Vorwurf anrechnen. Dass unter den modernen physikalischen Lehrbüchern das von E. Riecke nicht genannt, geschweige denn gebührend hervorgehoben wird, ist ein weniger begreifliches Versehen. Auch die eminente Bedeutung, die F. Kohlrauschs praktische Physik für das abgelaufene Jahrhundert hat, ist nicht gewürdigt.

Andererseits aber ist der Verfasser auch ganz modernen Strömungen und Gebieten nachgegangen; z. B. erkennt er wohl die gesunde Bewegung, die, nach dem Vorgange Göttingens, den Universitäten wieder die lebendige Anteilnahme an den angewandten Wissenschaften zurückgeben will, die sie sich mehr oder weniger haben entgleiten lassen.

Die Ausstattung des stattlichen Bandes ist in jeder Hinsicht gut. Vortreffliche Portraits von Helmholtz, A. v. Humboldt, Bessel, Gauss, Faraday, Liebig, L. v. Buch, R. Mayer, Kirchhoff, Bunsen, Neumayer, Röntgen, Groth, v. Zittel, Süss, Nordenskiöld, sind eingefügt. Ein Namensregister erleichtert die Benutzung ausserordentlich.

Alles in allem ist das Buch nicht nur durch das was behandelt wird, sondern auch durch sich selbst ein Denkmal deutschen Gelehrtenfleisses, auf das wir stolz sein können und das einen wertvollen Platz in der Geschichtsschreibung beanspruchen darf. H. Th. Simon.

(Eingegangen 9. September 1902.)

In der von W. Knapp in Halle ausgegebenen Encyklopädie der Photographie sind 1902 neu aufgelegt oder neu erschienen die Hefte:

17. **F. Stolze, Die Kunst des Vergrösserns auf Papieren und Platten.** 2. verb. Aufl. 205 S. M. 6.—.
13. **A. v. Hübl, Der Platindruck.** 2. umgearbeitete Aufl. 152 S. Mk. 4.—.
39. **R. A. Reiss, Die Entwicklung der photographischen Bromsilbertrockenplatte und die Entwickler.** 155 S. Mk. 4.—.
40. **Lüppo-Cramer, Wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Photographie.** 112 S. Mk. 4.—.
41. **Hugo Scheffler, Das photographische Objektiv.** 88 S. M. 2.40.

Die Hefte der Knappschen Encyklopädie stellen mit verschwindenden Ausnahmen ausgezeichnete Monographien dar, welche sich bald mit der praktischen, bald mit der theoretischen Seite der Photographie befassen. Es ist nur billig, mit dem Buch Stolzes, des Altmeisters der deutschen Photographie, zu beginnen. Die Apparate und Methoden der Vergrösserung werden mit gewohnter Meisterschaft in einer für ein grösseres Publikum geeigneten, trotzdem aber gründlichen Weise erörtert. Ich bin mit dem Verfasser bezüglich der Gleichwertigkeit ausgedehnter Lichtquellen mit Bogenlicht ebensowenig einer Meinung, wie in dem Urteil über Ätherlichtapparate, deren Gefährlichkeit in den Händen Ungeübter bei dem Mangel billigeren Betriebes gegenüber Knallgasapparaten sie für mich überhaupt verwerfen lässt. Trotzdem mag es vorkommen, dass solche Apparate am Platze sind, und wer dann Stolze folgt, wird wenigstens keine Gefahren heraufbeschwören. Meine Meinung soll darum keine Ausstellung gegen Stolze bedeuten, der der Vollständigkeit wegen diese Apparate besprechen musste. — Auch über v. Hübls Platindruck, der gleichfalls in zweiter Auflage vorliegt, ist nur ein anerkennendes Ur-

teil am Platze. Baron Hübls Bücher haben sich längst Bürgerrecht erworben, und dass die neue Auflage nur eine Verbesserung der alten darstellt, ist wohl selbstverständlich. Hübl steht hier, im Gegensatz zu seinem Buche über die Entwicklung noch durchaus auf atomistischem Boden; ich möchte nur zu bedenken geben, ob die Thatsache, dass nur dann ein gutes kräftiges Platinbild sich entwickelt, wenn das Papier mit Ferrioxalat und Platinsalz präpariert ist, nicht aber, wenn das Papier das Ferrioxalat allein, der Entwickler aber alles Platinsalz enthält, auf andere Weise als durch die Annahme der Abspaltung von Ameisensäure gedeutet werden könnte. Enthält nämlich der Entwickler alles Platinsalz, so geht das im Lichte gebildete Ferrooxalat so schnell in Lösung, dass die Platinabscheidung in der Flüssigkeit, nicht aber an der Papierfaser erfolgt. Andererseits ist erwiesen, dass das Kaliumplatinchlorür in Gegenwart organischer Stoffe im Lichte in der Richtung leichterer Reduzierbarkeit verändert wird; wenn das Papier also Eisen- und Platinsalz enthält, wird das entstandene Ferrosalz das mitbelichtete Platinsalz schneller reduzieren, als das Platinsalz des Entwicklers, und die nun am Papier haftenden Platinkeime liefern schnell die Krystallisationscentren für die weitere Platinabscheidung aus dem Entwickler. Hübl behandelt die Herstellung des Platindruckes von den Ausgangsmaterialien bis zur Fertigstellung, und sein Buch dürfte für den Platindrucker fast unentbehrlich sein; dem Platindruck kommt vermöge seiner Haltbarkeit hoher dokumentarischer Wert zu. — Das Buch von Reiss behandelt die Entwicklung der photographischen Trockenplatte in elementarster Weise unter Berücksichtigung der Apparate u. s. w. Das Edinol, der neueste Entwickler, dem eine erhebliche Bedeutung zuzukommen scheint, ist noch nicht aufgeführt; die Arbeitsmethode, die immer etwas Subjektives hat und haben soll, weicht in manchem von den seitherigen Darstellungen ab. Ich bin damit ganz einverstanden, aber dass das Licht als treibende Kraft die Atomschwingungen des Bromsilbermoleküls stärker machen und hierdurch die Einwirkung des Entwicklers ermöglichen soll, findet keine Entschuldigung durch die Thatsache, dass etwas ähnliches bei Colson steht; auch die Versuche von Reeb sind wohl nicht ganz einwandsfrei.

Elementar und ohne Rechnung will Scheffler die Theorie des photographischen Objektivs liefern. Wer weiss, wie enorm schwierig ein solches Unternehmen ist, wird diesem Hefte seine Anerkennung nicht versagen. Immer entsteht die Frage, wo anzufangen und aufzuhören sei, und jeder Autor wird diese Frage anders beantworten. Ein Satz, der dem Fachmann ganz geläufig ist, eine Voraussetzung, die ihm selbstverständlich scheint, mag in der populären Darstellung zur Unklarheit führen; man muss sagen, dass Scheffler diese Klippen gut vermieden hat; vielleicht ist er deshalb manchmal an Schwierigkeiten zu leicht vorübergegangen.

Lüppo-Cramer hat seine hauptsächlich in der „Phot. Corr.“ erschienenen Arbeiten in einem stattlichen Bande vereinigt. Bei der für Viele schweren Zugänglichkeit der photographischen Litteratur wird man dem Verlage für diese Zusammenfassung dankbar sein müssen. Der Verfasser ist ein Mann von reichen Ideen und besitzt von seiner Thätigkeit in Trockenplattenfabriken her eine Erfahrung, die ihm viele Fingerzeige gegeben haben mag. Er teilt freilich das Schicksal fast aller Forscher auf photographischem Gebiete, dass ein Teil seiner Versuche schon einmal da war, ohne dass er davon Kenntnis hatte. (Als Beispiel sei in Parenthese angeführt, dass die von Eder und auch vom Referenten Janssen [1880] zugeschriebene Entdeckung der Solarisation von Bennett 1878 im British Journal veröffentlicht wurde.) Um so erfreulicher ist es, dass nun wichtiges Material leicht zugänglich wird, denn um Cramers Versuche wird niemand herumkommen, der sich mit den Fragen des latenten Bildes, der Entwicklung und der Sensibilisatorentheorie beschäftigt. Ein anderes ist es mit der Wertung und Deutung der Versuche; gewiss wird man geneigt sein, den eigenen Versuchen eine grössere Bedeutung beizumessen, als fremden; aber das geht nicht an, Dinge, die Abney, Meldola, Colson, Luther (vergl. auch Eder) übereinstimmend beobachtet haben, wie die schwerere Durchdringbarkeit solarisierter Schichten für wässerige Lösungen, zu leugnen, einfach weil der Unterschied dem Verfasser zu klein scheint; man darf doch die ganze Entwicklungs- und Sensibilisationstheorie nicht für umgestossen halten, weil einige Versuche des Verfassers sich nicht sofort einordnen lassen wollen; man sollte doch erst nach Gründen suchen — die Erklärung liegt übrigens mehrmals auf der Hand — und dann sind eben in der Kamera exponierte Platten keine Testobjekte, sondern hier muss das Sensitometer angewendet werden. Weil so auf den ersten Blick nicht alles klappt, wird die ganze Theorie verworfen; die Frage wird wohl angeschnitten, aber eine Deutung nicht versucht, selbst wo sie in Übereinstimmung mit der Theorie zu finden wäre; so geht ein merkwürdig pessimistischer Zug durch das Buch, der thatsächlich unberechtigt ist. Hier dürfte auch Material sein für kritische Arbeiten.

E. Englisch.

(Eingegangen 12. Juni 1902.)

J. M. Eder, Die Grundlage der Photographie mit Gelatine-Emulsionen. 5. Auflage. Des ausführlichen Handbuchs der Photographie 9. Heft. Gr. 8^0. IX u. 344 S. Halle a. S., W. Knapp. 1902. Mk. 7.—.

Eders Handbuch ist bekanntlich das ausgedehnteste und sorgfältigste einschlägige Werk der Litteratur aller Sprachen; alles ist zusammengetragen und gesammelt. Die 4. Auflage der Gelatine-Emulsionen erschien bereits 1890 und die neue, von der das erste Heft vorliegt, ist umsomehr zu begrüssen. Eder selbst hat ganz besondere Verdienste um die Gelatineverfahren; technisch ist freilich, von den optischen Sensibilisatoren abgesehen, seit 1890 weniger hinzugekommen als theoretisch. Das vorliegende Heft behandelt die wissenschaftlichen Grundlagen der Photographie mit Gelatine-Emulsionen, Geschichte, Photochemie der Silbersalze, Herstellung von Emulsionen und deren Prüfung, Sensibilisatoren, Sensitometrie und die Chemie der organischen Entwickler. Bezüglich der citierten Arbeiten mag der Hinweis gestattet sein, dass diejenigen, welche gegen die Subhaloidtheorie und was damit zusammenhängt, geschrieben wurden, etwas zu kurz kommen; auch meine Untersuchungen über intermittierende Belichtung, die viel weiter gehen als die Schwarzschilds, indem der Verlauf der Induktion festgestellt werden konnte, und die auch auf das Grenzgebiet der Solarisation übergehen, sind nur mit unrichtigem Vornamen citiert. Es bedarf wohl nur dieses Hinweises, um den Herrn Verfasser zur Richtigstellung eines offenbaren Versehens zu veranlassen. E. Englisch.

(Eingegangen 12. Juni 1902.)

Albert Reynier, L'année photographique 1901. 8^0. 324 S. Paris, Charles Mendel. frcs. 3.—.

Das Buch unterrichtet auf angenehme Weise über die Fortschritte der Photographie während des verflossenen Jahres, mit Auswahl allerdings; aber es bringt allgemein Interessantes unter Zurückdrängung rein theoretischer Fragen; dafür enthält es die Fortschritte der wissenschaftlichen Anwendungen der Photographie, insbesondere einen guten Artikel über Stereographie kleiner Objekte mit zugehörigen Bildern.

E. Englisch.

(Eingegangen 12. Juni 1902.)

E. Giltay, Das Sehen, besonders mit Rücksicht auf den Gebrauch optischer Instrumente. kl. 8^0. VIII u. 77 S. Leiden, E. J. Brill. o. J.

Eine sehr gedrängte Darstellung der physiologischen Optik nebst Grundbegriffen der einfachen vergrössernden Instrumente, welche uns etwas gar zu anspruchslos dünkt, nicht ganz fehlerfrei und, aus dem Holländischen übersetzt, in nicht immer ganz einwandfreiem Deutsch gehalten ist. Boruttau.

(Eingegangen 4. Juli 1902.)

J. Bernstein, Die Kräfte der Bewegung in der lebenden Substanz. 28 S. 8^0. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1902. Preis M. 0,80.

Der vorliegende Aufsatz, welcher auch in Sklareks „Naturwissenschaftl. Rundschau" abgedruckt ist, bildet zugleich einen für weitere Kreise bestimmten Auszug aus einer in Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie erschienenen längeren Abhandlung des Verfassers über „die Energie des Muskels als Oberflächenenergie".

Verfasser erwähnt zunächst die bisherigen Bestrebungen, die Bewegungen der lebenden Substanz in ihren einfachen Formen (Amöbenbewegung u. a.) auf die Gesetze der Oberflächenspannung zurückzuführen (Quincke, Bütschli, Rhumbler u. a.) und giebt dann einen fasslichen elementaren Abriss von dem Wesen der Oberflächenenergie. Er beschäftigt sich dann mit dem Muskel, als dem für die mechanische Energieproduktion höchst differenzierten organischen Gebilde; unter der Annahme einer festweichen Konsistenz der Fibrillen findet er, wenn man sich durch den Einfluss der „Reizung" eine chemische Veränderung in den Fibrillen oder der sie umgebenden Flüssigkeit (Sarkoplasma) oder in beiden eintretend denkt, durch welche die Oberflächenspannung zwischen beiden sich erhöht, dass dann das Gleichgewicht zwischen dieser und den herrschenden Kräften der Elastizität und Schwere gestört werden und die Fibrillen sich verkürzen müssen. Er berechnet unter Zugrundelegung bekannter oder plausibler Konstanten auf diese Weise eine Verkürzungsgrösse und -Kraft, welche der experimentell gefundenen entspricht. Die Einteilung in die grosse Anzahl der Fibrillen entspricht dem allgemeinen Prinzip der Oberflächenvergrösserung.

Der Muskel erscheint auf diese Weise, wie es Fick postuliert hat, als chemodynamische Maschine, wie Lippmanns Kapillarelektrometer, und nicht als thermodynamische Maschine.

Zahlreiche scharfsinnige Bemerkungen, betreffend die Bedeutung der Querstreifung, Engelmanns Quellungstheorie u. a. m., welche dem um die physiologische Physik verdienten Autor Ehre machen, empfehlen die Lektüre der Schrift.

Boruttau.

(Eingegangen 4. Juli 1902.)

H. Triepel, Einführung in die physikalische Anatomie. X u. 232 S. gr. 8⁰, mit 23 Textfiguren und 3 lithographierten Tafeln. Wiesbaden, J. F. Bergmann. 1902. Preis 6 Mk.

Das vorliegende Werk behandelt nicht alle Gebiete der Physik, welche mit der Anatomie in Beziehung gebracht werden können, sondern speziell die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Elastizität und Festigkeit der Gewebe und Organe. Der erste Teil „allgemeine Elastizitäts- und Festigkeitslehre in elementarer Darstellung" behandelt die Grundbegriffe der Elastizitäts- und Festigkeitslehre, sowie dann in speziellen Abschnitten, Zug, Druck, Schub, Biegung, Knickung und Torsion in einer geradezu mustergültigen Weise, die in thatsächlicher, mathematischer, wie auch historisch-kritischer Beziehung, zumal als Einleitung in ein medizinisch-wissenschaftliches Werk über alles Lob erhaben genannt werden darf. Nicht minder gilt dies von dem zweiten Teil, „die Elastizität und Festigkeit der menschlichen Gewebe und Organe", in welchem nach den Einteilungsprinzipien des ersten Teiles nunmehr die mechanischen Eigenschaften der einzelnen „funktionellen Strukturen" vorgeführt werden: 1. Gelbes Bindegewebe; 2. Quergestreifte Muskulatur, *a*) im unthätigen, *b*) im thätigen Zustande; 3. Glatte Muskulatur; 4. Sehnengewebe; 5. Knorpelgewebe; 6. Knochengewebe im allgemeinen; 7. Zusammenfassung des bisher Besprochenen und Ausblicke; z. B. Zusammenhang von Dichte und Wassergehalt mit den mechanischen Eigenschaften; Beanspruchung der Eigenschaften im lebenden Organismus und Bedeutung bei der Gewebsbildung (Rouxsches Prinzip der Partialauslese); 8. Ganze Knochen verschiedener Art und Stellung; 9. Arterien; 10. Venen; 11. Nerven. Die älteren Arbeiten sind kritisch verwendet und mit den zahlreichen eigenen Ergebnissen, welche Verfasser durch Versuche und Messungen im anatomischen und im pathologischen Institut, sowie in der chirurgischen Klinik in Greifswald durch lange Jahre erhalten und hier grösstenteils zum erstenmal publiziert hat, zu einem einheitlichen Ganzen verwoben, welches in gleicher Weise die Bewunderung des Physikers wie des Biologen verdient; und Referent kann das Gefühl nicht unterdrücken, wie ganz anders es einst um die Biologie bestellt sein wird, wenn auch nur die wichtigsten molekular-physischen Eigenschaften der „funktionellen Strukturen" eine ähnliche exakte Erforschung gestatten und erfahren haben werden, wie hier die „grobmechanischen"; — wohl auf Menschenalter hin noch ein frommer Wunsch! Vorläufig wäre nur zu wünschen, dass das vorliegende vortreffliche, dabei auch äusserlich glänzend ausgestattete Werk in gleicher Weise die Aufmerksamkeit der Physiker wie auch der Biologen und Fachanatomen auf sich lenken möge, welche letztere zum grossen Teil ja leider derartigen exakten Darstellungen nicht genügendes Interesse schenken, trotz der im vorliegenden Falle gleichzeitigen eminenten praktischen (chirurgischen etc.) Wichtigkeit.

Boruttau.

(Eingegangen 4. Juli 1902.)

M. G. Quesneville, „Théorie nouvelle de la loupe et de ses grossissements". (Neue Theorie der Lupe und ihrer Vergrösserungen.) 36 S. Paris, A. Hermann. 1902.

Der Verfasser erwirbt sich das Verdienst, auf die ungenügende bezw. unrichtige Theorie der Lupe in den Lehrbüchern (gemeint sind die französischen; es trifft auch auf die Mehrzahl der deutschen zu) hinzuweisen. Ich stimme ihm zu, dass man auch ohne „virtuelle Bilder" auskommt; denn da das Objekt stets ausserhalb des Brennpunktes von dem Gesamtsystem „Lupe + Auge" sich befindet, so erzeugt es auf der Netzhaut ein reelles Bild. In der vollständigen Verwerfung der virtuellen Bilder bei Sammellinsen — für Streuungslinsen erkennt er sie an — kann ich ihm nicht folgen; was dem einen recht ist, ist dem anderen billig. Gleichfalls kann ich ihm des weiteren nicht mehr folgen, wenn er das Auge und das Gesamtsystem „Lupe + Auge" je durch eine einzige Hauptebene charakterisiert; dann will mir die Überzeugung von dessen Richtigkeit schwer fallen. Ich sah mich mithin gezwungen, selbst nach der strengen Theorie zu suchen. Nachdem ich mit Rücksicht auf die Haupt- und Knotenebenen des Auges mühsam die richtige Formel entwickelt hatte, fand ich zu meiner Überraschung, dass dieselbe unmittelbar durch eine einzige Proportion an ähnlichen Dreiecken gegeben ist. Wenn s = Sehweite, a = Abstand vom hinteren Brennpunkt der Lupe zum an und für sich im Auge beliebigen Ursprung der Sehweite, f = Brennweite ist, dann ist $\mathfrak{V} = (s - a) : f$. Zur Zeit teile ich Figur, Ableitung und Anwendung auf Mikroskop und Fernrohr in der Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie mit. Bei näherem Nachforschen fand sich, dass Czapski an gewisser Stelle durch etwas umständliche Ableitung die richtige Formel erhält, sie jedoch auch durch eine um nichts einfachere angenäherte ersetzt und bei der Behandlung der Lupe statt der strengen die angenäherte giebt. Gleichen („Lehrbuch der geometrischen Optik") findet etwas weniger umständlich die strenge Formel und behält sie bei.

Diese Formel giebt zwar eine physikalisch strenge Definition, setzt aber voraus, dass Bild und Sache auf dieselbe Sehweite bezogen werden. Für schwache Lupen trifft dies auch nach

Quesneville zu. Für starke wird die Akkommodation aus physiologischen und psychischen Gründen stark schwanken, mithin auch der Wert von $\mathfrak{B}$. Der psychische Eindruck beruht im Gegenteil auf der Vergleichung des durch Lupe und Auge entworfenen, wenig veränderlichen Netzhautbildes mit dem Gedächtnisbild der Sache und ist ziemlich konstant. Quesneville unterscheidet deshalb zwischen grossissement apparent und réel, und wendet seine Theorie des weiteren auf das Fernrohr an; hierdurch verliert er die Einheitlichkeit der Definition. Wenn man in der Formel $\mathfrak{B} = (s - a) : f$ für s den Wert wählt, welcher der Betrachtung der „Sache mit blossem Auge" — mithin dem Gedächtnisbild — für gewöhnlich zu Grunde liegt, dann wahrt man die Einheitlichkeit der Definition und weicht von dem momentan statthabenden psychischen Eindruck kaum merklich ab. Ich kann mich deshalb desto weniger entschliessen, hierin Quesneville zu folgen, als die deutliche Sehweite denn doch nichts weniger als eine physikalisch scharf bestimmte und konstante Grösse ist.

Karl Strehl.

(Eingegangen 17. Juli 1902.)

E. Lecher, Über die Entdeckung der elektrischen Wellen durch H. Hertz und die weitere Entwicklung dieses Gebietes. (Vortrag auf der Hamburger Naturforscherversammlung. gr. 8. 32 S. Leipzig, Joh. Ambr. Barth. 1901. M. 1,20.

Als Huldigung an die Vaterstadt H. Hertz' führt uns Lecher, selbst ja rege mitbeteiligt, durch das Terrain, das Hertz als erster Pionier erschlossen hat und das seine Nachfolger urbar gemacht haben. Die schöne und grosszügige Übersicht wäre noch wertvoller, hätte Lecher die Litteraturnachweise in dem Abdruck beigefügt.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 23. August 1902.)

Tagesereignisse.

Im Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure teilte der Vorsitzende, Oberbaurat Wichert, mit, dass dem Verein ein alljährlicher Staatspreis von 1700 Mark für die beste Lösung der in jedem Jahre auszuschreibenden Beuth-Aufgabe verliehen ist.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt wurden: Der Chefingenieur der Union, Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, Friedrich Niethammer zum ordentlichen Professor der Elektrotechnik an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn, der Privatdozent Dr. Willstätter-München zum a. o. Professor der Chemie, der Privatdozent an der böhmischen Universität in Prag Dr. V. Novak zum a. o. Professor der allgemeinen und technischen Physik an der böhmischen Technischen Hochschule in Brünn, der wissenschaftliche Hilfsarbeiter bei dem Geodätischen Institut bei Potsdam Bernhard Wanach zum ständigen Mitarbeiter.

Berufen wurden: Der Professor der Physik Drude-Giessen an die Universität Leipzig als Nachfolger Boltzmanns, der a. o. Professor der Mathematik Hensel-Berlin an Stelle des Professors Schottky an die Universität Marburg, der Privatdozent für Geometrie und Mechanik an der Universität Königsberg, Professor an der dortigen kgl. Baugewerkschule, Dr. phil. Emil Müller zum o. Professor der darstellenden Geometrie als Nachfolger Peschkas an die Wiener Technische Hochschule, der Assistent am elektrotechnischen Laboratorium der Technischen Hochschule in München Tobias Glatz-Woringen (Schwaben) zum Hauptlehrer für die Elektrotechnischen Fächer an das Technikum in Aschaffenburg.

Der Privatdozent für physikalische Chemie, Dr. Victor Rothmund in Leipzig ist als Nachfolger von Prof. Jaumann an die deutsche Universität Prag berufen worden und hat den Ruf angenommen.

Der Präsident der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg, Professor Dr. Kohlrausch, ist zum auswärtigen Mitglied der schwedischen Akademie der Wissenschaften ernannt worden.

Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Wilhelm Förster wird am 1. Oktober 1903 die Leitung der Sternwarte niederlegen. Das Ordinariat für Astronomie an der Berliner Universität wird er aber beibehalten und auch Vorsitzender der z. Z. wieder in Paris tagenden internationalen Kommission für Mass und Gewicht bleiben. Er ist jetzt 37 Jahre Direktor der Berliner Sternwarte.

In Greifswald starb der o. Professor der Chemie Dr. Hugo Schwanert im Alter von 74 Jahren, in St. Petersburg am 29. September der em. Professor der Mathematik Dr. Nikolaus Budajew, 69 Jahre alt, in Stockholm am 14. Oktober der Meteorolog Professor Robert Rubenson, 75 Jahre alt.

Berichtigungen.

Im Artikel des Herrn V. Blaess „Über Ausströmungsversuche mit gesättigtem Wasserdampf" in der 2. Nummer dieses Jahrganges ist folgendes richtig zu stellen:

S. 82. Spalte II, Zeile 8 v. u. statt „Düse a": „Düse A".

S. 83. Spalte I, Zeile 17 v. u. statt „sekundäre": „sekundliche".

S. 83. Spalte II, Zeile 3 v. u. muss stehen: „Diese von A. Fliegner in der Schweiz. Bauzeitung widersprochene Anschauung steht auch im Gegensatz etc."

S. 84. Spalte I, Formel 2):

$$w = \sqrt{\frac{2gk}{k-1} p_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{p}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

S. 84. Spalte I in der Mitte:

$$p = p_1 \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}.$$

S. 84. Spalte II, Zeile 10:

$$w \frac{d^2 w}{dp^2} + \left(\frac{dw}{dp} \right)^2 - \frac{gc}{kp^{\frac{k+1}{k}}} = 0.$$

Bezüglich des Maassstabes der Figuren 1 u. 2 ist zu bemerken, dass

1 Ordinatenmillimeter = 29,1 kg/qm sek.

Im Karlsbader Vortrage des Herrn E. Lecher, Heft 1b, Seite 32, Spalte II soll es in der 13. Zeile statt „Lodge" Tesla heissen.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.